DER BECKENGÜRTEL

UND

DIE HINTEREN EXTREMITÄTEN

VON

EUDYPTES CHRYSOCOME

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTAET DER UNIVERSITAET LEIPZIG

VORGELEGT VON

PAUL GRUNERT

PRAKT. ZAHNARZT IN BERLIN.

DRUCK DER BUCHDRUCKEREI ROITZSCH, G. M. B. H., ROITZSCH.

1906











DER BECKENGÜRTEL

UND

DIE HINTEREN EXTREMITÄTEN

VON

EUDYPTES CHRYSOCOME

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTAET DER UNIVERSITAET LEIPZIG

VORGELEGT VON

PAUL GRUNERT

PRAKT. ZAHNARZT IN BERLIN.

DRUCK DER BUCHDRUCKEREI ROITZSCH, G. M. B. H., ROITZSCH.

1906


SMITHSONIAN
LIBRARY

Seiner lieben Mutter

und dem

Andenken seines verstorbenen Vaters

in Dankbarkeit und Verehrung

gewidmet.



Über einige wichtige Fragen hinsichtlich der Entwicklung des Beckens und der hinteren Extremitäten der Vögel herrschen Meinungsverschiedenheiten. Zahlreiche Gattungen sind bereits untersucht worden, aber die Deutungen der Befunde gehen weit auseinander. Es war daher für mich eine interessante und angenehme Aufgabe, an einem wertvollen Materiale, nämlich den Embryonen und ausgebildeten Exemplaren eines Pinguins, Eudyptes chrysocome, die Entwicklung und den Bau der Hinterextremitäten untersuchen zu können. Interessant einerseits, weil im Hinblick auf die schwierige Beschaffung des Materials nur wenige entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Pinguinarten vorliegen, und andererseits, weil gerade diese Tiere infolge ihrer Lebensweise eine eigenartige Stellung in der Vogelreihe einnehmen. Aus letzterem Grunde stand zu erwarten, dass manche Aufschlüsse über die ontogenetische und phylogenetische Stellung der hinteren Extremität der Vögel gewonnen werden könnten. Eudyptes chrysocome ist eine in der antarktischen Region weit verbreitete und in ungeheuren Mengen vorkommende Pinguinart. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich über die patagonische Küste, Feuerland, Kerguelen, St. Paul, Tristan da Cunha und viele andere Inseln der Südsee. Die weit nach hinten gerückte Lage der Beine und der Umstand, dass der Pinguin, entgegen den anderen Vögeln, mit dem ganzen Fuss, d. h. mit dem sohlenartig verbreiterten Metatarsus (Lauf) und den Phalangen, auftritt, veranlassen ihn zu einer aufrechten Haltung des Körpers und bedingen gleichzeitig ein schwerfälliges Vorwärtsbewegen, zumal er noch watschelnd einen Fuss über den andern hinwegsetzt. Jedoch kann er sich in kurzen Sprüngen auch sehr rasch von der Stelle bewegen. Auf dem Lande im allgemeinen unbehilflich bringen es die Tiere im Wasser zu einer ausserordentlichen Schwimmfähigkeit. Durch gewandten Ruderschlag ihrer zu Flossen umgewandelten Flügel vermögen sie schnell jedwede Beute zu erhaschen, wobei die hinteren Extremitäten ihnen mit Unterstützung des Schwanzes als gute und kräftig wirkende Steuerruder dienen.

Material und Methoden der Untersuchung.

Für meine Untersuchung stand mir das gesamte Material von Eudyptes zur Verfügung, welches während der deutschen Tiefseeexpedition auf den Kergueleninseln gesammelt und mir in liebenswürdiger Weise von Herrn Professor Dr. Chun zur Untersuchung überlassen wurde. Hierunter befanden sich sowohl ausgewachsene Tiere als auch Embryonen, deren jüngster eine Länge von 3,5 cm, von der Schwanzspitze über den Rücken bis zum Schnabelansatz gemessen, erreicht hatte. Während der Expedition waren die Embryonen auf zweierlei Art konserviert worden. Ein Teil des Materials wurde zuerst ca. 1/2 Stunde in warme Sublimatlösung gelegt, nach Herausnahme aus dieser Lösung im Verlauf eines halben Tages öfters gewässert und dann mehrere Tage in 30 % Alkohol gebracht. Zur dauernden Aufbewahrung kamen die Embryonen später in 50 % und schliesslich in 80 % Alkohol. Ein anderer Teil wurde sogleich 1 Tag in Sublimatalkohol gelegt, alsdann gewässert und schliesslich gleichfalls in 80 % Alkohol aufbewahrt. Die ausgewachsenen Tiere wurden mit 5 % Formol behandelt und in 80 % Alkohol aufbewahrt. An einem derartig konservierten ausgewachsenen Pinguin von ungefähr 1/2 m Länge präparierte ich zuerst die Muskulatur los, legte ihn alsdann in Kalilauge und erhielt durch Maceration ein schönes Knochenskelett, dessen Beckenregion und hintere Extremität ich makroskopisch beschreiben werde. Einen Embryo von ca. 10 cm Länge behandelte ich einige Wochen mit Glycerin und konnte alsdann an dem klardurchsichtig gewordenen Präparat die Verwachsungsstellen der Knochen und die bereits beginnende Verknöcherung genau feststellen. — Von beiden habe ich auf Tafel I und IV Abbildungen beigegeben. — Von den Embryonen, deren ich für die mikroskopische Untersuchung bedurfte, genügten mir 6 Stück in verschiedenen Altersstadien, von denen Serienschnitte angefertigt wurden. Die Beckenschnitte übernahm ich von Männich, der gleichzeitig an demselben Material über die Wirbelsäule des Eudyptes chrysocome arbeitete. Es waren von diesen Serien fünf (5), die das Becken in Längsschnitte zerlegt zeigten, während eine (1) Serie Querschnitte aufwies. Über die Anfertigung dieser

sämtlich mit Haemalaun gefärbten Präparate verweise ich auf die Arbeit von Männich (1902). Auch die Tabelle der Längenmasse von den einzelnen Stadien habe ich der Gleichmässigkeit halber dieser Arbeit entnommen.

Mir standen demnach zu Gebote Schnittserien von Eudyptes chrysocome:

Stadium I von 3,5 cm Länge
„ II „ 4,7 „ „
„ III „ 5,6 „ „ als Querschnitt
„ IV „ 6,3 „ „
„ V „ 6,9 „ „
„ VI „ 7,5 „ „

Für die hinteren Extremitäten hatte ich die Präparate selbst angefertigt, und zwar hatte ich stets die Extremitäten der gleichen Seite in Serienschnitte zerlegt.

Ich teilte mir die hintere Extremität derartig in zwei Stücke, dass das eine den Fuss und das untere Ende der Tibia und Fibula, das andere den Rest des Unterschenkels und den Oberschenkel enthielt. Letzteres wurde sodann in Längsschnitte zerlegt; von der Fussregion des ersteren fertigte ich Längsschnitte an, während Tibia und Fibula quer geschnitten wurden. Alle diese Serien wurden gleichfalls mit Haemalaun behandelt und dadurch eine schöne gleichmässige Blaufärbung erreicht. Da die soeben erwähnten Schnitte mir jedoch noch nicht genügend Aufschlüsse über das Tarsalgelenk und die Verwachsungsstelle der Tibia und Fibula gaben, fertigte ich noch zwei Querschnittserien der jüngsten Stadien von der Extremität der anderen Seite an.

Bei beiden Serien wandte ich, obgleich die Haemalaunfärbung vollkommen ausreichend gewesen wäre, dennoch versuchswesie zwei andere Färbemethoden an. Die Querschnittserien des jüngsten Stadiums wurden mit Alaun-Karmin, und diejenigen eines wenig älteren nach der Methode Böhmer mit Haematoxylin gefärbt.

Ich muss vorausschicken, dass Untersuchungen des ausgewachsenen Pinguins bereits früher angestellt wurden, und dass eine Beschreibung des entwickelten Skeletts ziemlich ausführlich in Watsons-Report (Challenger-Expedition) und bei Menzbier gegeben ist. Wenn nun auch meine makroskopische Beschreibung nichts wesentlich Neues bietet, so hoffe ich doch durch Untersuchung der jugendlichen Stadien von Eudyptes eine fühlbare Lücke in unseren bisherigen Kenntnissen ausfüllen zu können. Zwar hat schon Menzbier das Skelett eines jungen Pinguin in toto beschrieben und auf die äusserlich sichtbaren Unterschiede des jungen von dem erwachsenen Pinguin hingewiesen, aber seine Darstellung dringt nicht tiefer ein, weil er weder das Becken, noch auch die Extremität an Schnittserien studierte. Schnitte von der hinteren Extremität hat zwar Studer, wie er in seinem Werke schreibt, angefertigt, aber nichts Eingehendes darüber veröffentlicht.

Es ist nun für mich die Hauptaufgabe meiner Arbeit durch Beschreibung der Präparate, die vorhandenen Abweichungen beim ausgewachsenen und embryonalen Eudyptes nachzuweisen und Vergleiche mit anderen Vögeln anzustellen. Zur Erleichterung der Übersicht scheint es mir zweckmässig, das Becken und die Extremität gesondert zu behandeln, indem in beiden Fällen zuerst der Befund am erwachsenen Pinguin und dann die Entwickelung dargestellt werden soll.

1. Das Becken.

A. Das Becken des erwachsenen Eudyptes.

Bei dem Vogelbecken sind Ilium, Ischium und Pubis fest miteinander verbunden, weichen jedoch an manchen Stellen auseinander und bilden dadurch die grossen Beckenlöcher, das Acetabulum, Foramen ischiadicum und Foramen obturatorium.

Betrachtet man das Becken des Eudyptes chrysocome von vorn (Tafel I Fig. 2), d. h. von der Eingeweideseite aus, so kann man infolge der Erhaltung der Suturen die Verbindungsstellen der Wirbelquerfortsätze mit dem Becken wahrnehmen. Es setzen sich im ganzen 13 Wirbel an dasselbe an, von denen der vorderste der letzte Brustwirbel ist, welcher eine sehr lange, nach unten verlaufende Rippe trägt, während die beiden letzten bereits zu der Reihe der Schwanzwirbel gehören. Die Körper aller dieser Wirbel bilden zusammen ein einheitliches Knochenstück und ihre processi spinosi eine feste Leiste, während ihre Querfortsätze frei unter teilweiser Verdickung und Bildung der foramina transversaria an das Becken herantreten.

Betrachtet man das Becken von der hinteren oder Rückseite (Tafel I Figur 1), so sieht man, dass der craniale Teil desselben platt den letzten Rippen aufliegt und dann erst allmählich caudalwärts eine viertel Schraubenwindung in der Längsachse ausführt, bis schliesslich sein äusserer Rand nach vorn zu liegen kommt. Da aber das Becken an dieser Stelle nahe dem hinteren Rande mit der Wirbelsäule ver-

schmolzen ist (auch hier ist deutlich die Verwachsungsnaht zu erkennen), so wird durch die ausgeführte Lageänderung ein bequemer, für die Aufnahme der Eingeweide nach vorn offener Raum geschaffen. Eine tiefe Grube wird gleichfalls auch nach rückwärts gebildet, denn, wie schon angedeutet, liegt die Verbindung mit der Wirbelsäule nicht direkt am hinteren Rande des unteren Teiles des Beckens, sondern dieser Rand springt dorsalwärts als scharfe Kante hervor und bildet auf diese Weise mit den Quer- und Dornfortsätzen der Wirbel eine Grube.

Von der Seite (Tafel I Fig. 3) gesehen, lässt das Becken im cranialen Abschnitt fast nur die vordere Kante deutlich erkennen, die bei dieser Ansicht den übrigen flachen Teil mehr oder weniger verdeckt. Der caudale Teil jedoch ist in seiner ganzen Fläche zu sehen, so dass auch die drei Beckenlöcher in dieser Lage in ihrem ganzen Umfange erkennbar sind.

Das Becken von Eudyptes chrysocome ist ein langgestrecktes, in seinem vorderen und hinteren Teile ziemlich dünnes Knochenstück, welches sich um das Acetabulum herum ausserordentlch verdickt, was auf einen grossen Anspruch an Widerstandsfähigkeit und Kraftleistung der Gelenkpfanne und somit auch der ganzen Extremität schliessen lässt.

Die am Becken vorgenommenen Messungen ergaben folgende Resultate:

Gesamtlänge aller am Becken beteiligten Wirbel 9 cm.

Die Länge des Beckens von der Spitze des os Ilium bis zur Spitze des os pubis 12 cm.

Die grösste Breite des Beckens zwischen beiden lateralen Rändern der ossa Ilei 4,6 cm.

Die tiefste Einschnürung des Beckens zwischen beiden lateralen Rändern der ossa Ilei 2,6 cm.

Die Entfernung beider ossa pubis voneinander an den Endspitzen 4 cm.

Die Entfernung beider Acetabula 3 cm.

Der Durchmesser durch das Acetabulum ca. 1,1 cm.

Im Anschluss an diese Betrachtungen des Beckens in toto will ich nunmehr auf die Beschreibung der einzelnen an der Bildung desselben beteiligten Knochen übergehen.

Das os Ilium (von der Spitze bis zum Beginn des Acetabulum gemessen 6,5 cm) ist von den drei Beckenknochen bei weitem der grösste und der einzige, welcher mit der Wirbelsäule verbunden ist. In dem Werke der Challenger-Expedition hat Watson den Teil oberhalb des Acetabulum als praeacetabulares und den Teil unterhalb desselben als postacetabulares Ilium bezeichnet (auch ich werde an der Hand dieser Einteilung diesen Knochen beschreiben).

Das praeacetabulare Ilium besteht in seinem vorderen Teile aus einer dünnen schaufelförmigen Knochenplatte, welche auf der inneren Fläche ungefähr in der Mitte mit den Querfortsätzen der ersten an das Becken herantretenden Wirbel sehr fest verschmolzen, dennoch aber nicht knöchern verbunden, d. h. verwachsen ist. Von diesen ragt das Ilium frei nach oben, sowie nach vorn und hinten hervor und überdacht die Ansatzstellen der letzten beiden Rippen. Der obere freie Rand weist deutlich eine nach hinten gerichtete tiefe Einkerbung auf, während nach vorn eine solche nur schwach angedeutet ist. Der hintere oder mediale Rand des Ilium endigt vollständig frei und erreicht nicht die durch die Verwachsung der Wirbel gebildete Crista. Die Überdachung der Wirbelquerfortsätze vom medialen Rande des Ilium hört schon in der Höhe des dritten Lendenwirbels auf und der Iliar-Knochen verschmilzt alsdann mit jenen Fortsätzen so innig, dass nur eine wenig vorspringende Leiste eine Abgrenzung ermöglicht. Indem das Ilium an dieser Stelle sich allmählich erheblich verschmälert, beginnt es gleichzeitig die schon früher bei der Beschreibung des Beckens in toto erwähnte Schraubenwindung auszuführen. Caudalwärts verbreitert das Ilium sich wieder, gleichzeitig wird es bedeutend kompakter und gibt nun zwei Fortsätze ab, welche die obere, hintere und einen Teil der vorderen Wand der Gelenkgrube bilden. Der vordere Fortsatz ist nur kurz und verwächst sehr bald, ohne das Acetabulum weit zu umfassen, mit dem os pubis. Der äussere Rand dieses Fortsatzes ist glatt und lässt nur sehr schwach die Erhabenheit der sonst bei vielen Vögeln deutlich ausgeprägten Spina iliaca erkennen. Der hintere Fortsatz zieht am Acetabulum vorbei, bildet dessen hintere Wand, verdickt sich hier noch stärker und erzeugt dadurch eine hervorspringende Knochenplatte, die als Antitrochanter dem Kopf des Femur als Gegenlager dient. Derselbe Fortsatz verlängert sich zu dem sogenannten postacetabularen Ilium. Als solches stösst es caudal vom Antitrochanter mit dem Ischium zusammen, um alsdann den hinteren Rand des Foramen ischiadicum zu bilden. Hinter dem Foramen ischiadicum verwachsen Ilium und Ischium zu einem vollständig abgeplatteten Knochen, der sich caudalwärts in das spitz auslaufende postacetabulare Ilium und in den hinteren Abschnitt des Ischium gabelt.

Das os Ischium (4 cm lang) ist ein ziemlich dünnes schmales abgeplattetes Knochenstuck, welches sich ebenfalls in der Nähe des Acetabulum allmählich verdickt und mit zwei (2) nach vorn und hinten auseinander weichenden Fortsätzen mit seiner breiten oberen Fläche die caudale Wand der Gelenkgrube bildet. In der Wandung des Acetabulum liegen also die Verwachsungsstellen des hinteren Fortsatzes vom Ischium mit

dem Ilium und die des vorderen Fortsatzes mit dem Pubis. Das Ischium trägt unterhalb des Acetabulum zur Bildung des vorderen Randes des Foramen ischiadicum bei und verläuft ventralwärts spitz nach unten. Das freie Ende des Ischium bildet mit dem gleichfalls frei verlaufenden Ende des Ilium einen fast rechten Winkel, in dessen Scheitelpunkte die Verwachsungsstelle beider Knochen liegt, und zwischen dessen Schenkel eine Membran ausgespannt ist.

Das Pubis (4,5 cm lang) ist ein dünner langgestreckter Knochen der caudal ein wenig das Ischium überragt und mit seinem cranialen Ende an der Wandbildung des Acetabulum teilnimmt, woselbst es die einzige Verwachsungsstelle mit dem Ischium und Ilium aufweist, während der übrige Teil des Pubis parallel dem Ischium und von ihm durch eine Membran getrennt verläuft.

Diese drei soeben beschriebenen Knochen beteiligen sich an der Bildung der drei grossen Beckenlöcher folgendermassen: Das Acetabulum ist die durch verdickte Teile aller drei Beckenknochen gebildete Gelenkgrube, die nach innen durch eine feste Membran abgeschlossen ist. Den grössten Anteil an der Bildung seiner Wandung hat das Ischium, denn von diesem wird sowohl die craniale, die hintere und ein Stück der vorderen Wand gebildet, während die caudale Wand von dem Ischium hergestellt wird. Das Pubis schiebt sich vorn zwischen Ilium und Ischium ein und trägt so, wenn auch nur wenig, zur Bildung des Acetabulum bei.

Das Foramen ischiadicum, welches unmittelbar unterhalb des Acetabulum nach hinten liegt, ist ein ovales Loch, das vom Ilium und Ischium umschlossen wird, und zwar derart, dass Ilium und Ischium, die innerhalb der Wandung des Acetabulum fest miteinander verwachsen sind, auseinander weichen. Weiter caudalwärts treffen sie dann wieder zusammen, um schliesslich eine neue Verwachsung einzugehen, so dass der vordere Rand dieses Foramens dem Ischium und der hintere Rand dem postacetabularen Fortsatz des Ilium angehört.

Das Foramen obturatorium wird gebildet durch den vorderen cranialen Rand des Ischium und den hinteren cranialen Rand des Pubis. Dieses nur verhältnismässig kleine Foramen hat nach unten keine knöcherne Wandung, sondern wird durch eine Membran, die Pubis und Ischium verbindet, abgeschlossen.

Die bereits in der makroskopischen Beschreibung kurz angegebenen Grenzen der einzelnen Beckenknochen habe ich den Befunden am embryonalen Becken entlehnt, da die Beckenknochen beim ausgewachsenen Eudyptes ein einheitliches Knochenstück bilden, das keine Spur von Suturen aufweist. Ich schliesse daher auch der Schilderung des ausgebildeten Beckens sogleich diejenige des embryonalen an.

B. Das Becken des embryonalen Eudyptes.

Meiner Beschreibung des embryonalen Beckens lege ich zunächst das jüngste Stadium von 3,5 cm Länge zugrunde. Von diesem habe ich eine Serie Längsschnitte bei schwacher und einige Details bei starker Vergrösserung abgebildet. Sämtliche sind nach photographischen Aufnahmen hergestellt und zwar teils als direkte Abzüge vom Negativ, teils als Zeichnungen nach solchen. Durch letzteres Verfahren war es mir möglich, einerseits die Grössenverhältnisse richtig wiederzugeben und andererseits Nebensächliches fortlassen zu können. Bei Betrachtung des Acetabulum ergibt sich, dass die Suturen der drei Beckenknochen deutlich hervortreten (Tafel VII Fig. 1—3). Dies betrifft namentlich die Nähte zwischen Ilium und Ischium und zwischen Ischium und Pubis, während die Grenze zwischen Ilium und Pubis etwas verschwommen sich abhebt. Dies lässt auf eine schon früher eingetretene Verwachsung schliessen. Man sieht auf den Abbildungen deutlich, dass der grösste Teil des Acetabulum vom Ilium umschlossen wird, während auf Ischium und Pubis zusammen nur ca. $^1/_3$ des Umfanges der Acetabular-Wandung kommt. Von diesem Stück wiederum gehört etwa $^2/_3$ zum Ischium, während nur ein geringer Abschnitt des Acetabulum vom Rande des Pubis gebildet wird. Ebenfalls ist die Grenze zwischen Ilium und Ischium caudal vom Foramen ischiadicum noch sehr deutlich zu erkennen.

Die Form des Beckens erscheint bei diesem mir zu Gebote stehenden jüngsten Stadium wesentlich von der des ausgewachsenen Tieres verschieden. Während nämlich das Becken des erwachsenen Eudyptes im wesentlichen eine langgestreckte Knochenmasse darstellt, zeigt es auf dem jüngsten Stadium (Tafel I Fig. 9) eine stark gebogene Form. Erst später wird durch Lageveränderung des Ischium und Pubis und durch Streckung des Ilium der Habitus des ausgebildeten Beckens erreicht. An einer Serie von Längsschnitten durch das Becken des jüngsten Stadiums erkennt man (Tafel V Fig. 2) die zuerst getroffenen Teilstücke des Beckens nahe der Wirbelsäule und zwar einen oberen breiteren Teil und einen schwanzförmigen Fortsatz; beides gehört dem Ilium an, das breite Stück ist ein Schnitt durch das praeacetabulare Ilium, während das dünne Ende den abwärtsgehenden postacetabularen Fortsatz getroffen zeigt. Ein Knorpelstück, welches weiter nach vorn gelegen getroffen ist, stellt den vorderen um das Acetabulum herumgreifenden Fortsatz des Ilium und den cranialen Teil des Ischium dar, zwischen die sich von unten das Pubis heraufschiebt.

Diese zwei auf den beiden ersten Abbildungen (Tafel V Fig. 2 und 3) isoliert liegenden Knorpelstücke werden auf späteren, d. h. weiter nach aussen liegenden Schnitten allmählich breiter und gehen ineinander über (Fig. 4), so dass also schon hier eine seichte Ausbuchtung des Beckens von innen her erfolgt sein muss. Während dann allmählich die Schnitte durch das praeacetabulare Ilium sich verbreitern, nimmt der postacetabulare Fortsatz des Ilium eine halbkreisförmige Biegung nach vorn an und nähert sich alsdann dem immer länger werdenden Ischium (Fig. 5 bis 11), bis es schliesslich mit demselben verwächst (Fig. 12).

Auch das Pubis hat sich inzwischen verlängert, und oberhalb seiner Verwachsungsstelle mit dem Ilium ist ein nunmehr sehr deutlicher Vorsprung erschienen, der dem Knochenstück des Ilium angehört, und welcher als Spina iliaca (Sp. il) gedeutet werden muss. Das Ilium, welches sich inzwischen nach oben stark verlängert hat, wird nun wieder dünner, führt dann eine starke Krümmung aus, so dass es nach hinten eine tiefe Einbuchtung bildet (Fig. 12 bis 16).

Das Acetabulum ist auf diesen Abbildungen bereits als solches zu erkennen, nur ist es hier noch nicht allerseits von Knorpelzellen umschlossen, sondern fliesst mit dem Foramen ischiadicum zusammen. Diese scheinbar offene Verbindung ist jedoch durch die Schnittrichtung hervorgebracht, denn auf mehr lateral gelegenen Schnitten (Fig. 17) sieht man beide Foramina durch Knorpelzellen getrennt.

Die Längsachse des Beckens, die beim erwachsenen Tiere mit der Längsachse der Wirbelsäule parallel verläuft, bildet bei dem jüngsten Stadium einen Winkel von ca. 40°. Auch beim Becken selbst ist noch deutlich ein Lage-Unterschied im Vergleich zu späteren Stadien bemerkbar, denn der praeacetabulare Teil ist hier noch gegen den postacetabularen Teil in einem nach vorn offenen Winkel von ca. 120° abgeknickt. Eine Drehung des Beckens um die Längsachse ist in diesem Stadium zwar schon vorhanden, aber doch noch nicht deutlich ausgeprägt, was die ziemlich gleichmässige Breite des Ilium in seinem oberen Abschnitt beweist.

Bei dem nun folgenden, etwas grösseren Stadium von 4,7 cm Länge ist die gestaltliche Annäherung an das ausgewachsene Becken bereits weiter vorgeschritten. Man erkennt zwar noch deutlich die Verwachsungsstellen der Beckenknochen in der Umgebung des Acetabulum, doch sind alle drei Stellen nicht mehr scharf abgegrenzt, sondern nur durch einen an Intercellularsubstanz armen Knorpel ausgezeichnet. Nur zwischen Ilium und Ischium unterhalb des Foramen ischiadicum lässt sich noch eine scharfe Grenze nachweisen. Die Beteiligung der drei Beckenknochen an der Bildung des Acetabulum ist die gleiche geblieben. Die vom Ilium gebildete Spina iliaca tritt zwar noch deutlich hervor, jedoch ist sie mehr abgerundet und geht ziemlich allmählich in den glatten vorderen Rand über. Was die Lage des Beckens in diesem Stadium betrifft, so ist die Drehung um die Längsachse des oberen und unteren Beckenteiles bereits vollkommen ausgeführt. Auch der Winkel der Beckenumbiegung nach vorn ist bedeutend stumpfer geworden.

Die nächstgrösseren Stadien der Längsschnittserien sind Embryonen von 6,3 und 6,9 cm Länge. Beide Stadien sind ziemlich gleichalterig und kaum voneinander verschieden. Die Entwickelung ist bereits dem ausgewachsenen Becken sehr nahe gekommen. Sehr schwach oder fast gar nicht ist die Verwachsung des Pubis und Ilium zu erkennen, dahingegen sind noch immer die beiden andern Grenzen am Acetabulum wahrzunehmen; am deutlichsten bleibt auch hier die Sutur zwischen Ilium und Ischium unterhalb des Foramen ischadicum. Die Spina iliaca ist in beiden Stadien noch als ein leichter Vorsprung kenntlich. Den Fortschritt in der Entwickelung kennzeichnet am besten im Vergleich zu früheren Stadien die allmählich vollkommener werdende Streckung des Beckens.

Ausser diesen für die Beckenentwickelung schon weit vorgeschrittenen Stadien, habe ich noch ein etwas älteres von ca. 7,5 cm Länge untersucht, welches bereits völlig den Habitus des ausgebildeten Beckens zur Schau trägt. Die Grenzen der einzelnen Knochen sind nur noch durch wenige, etwas enger zusammenliegende Zellkerne gekennzeichnet, welche bei sehr starker Vergrösserung wahrnehmbar wurden. Auch der Vorsprung der Spina iliaca ist beinahe verschwunden, und fast glatt verstreicht der vordere Rand des Ilium in den des Pubis. In diesem Stadium fällt die Längsachse des Beckens mit der der Wirbelsäule zusammen.

Zur weiteren Klarstellung der hervorgehobenen Unterschiede zwischen embryonalen und ausgebildeten Becken dürfte es vielleicht angezeigt sein, an einer lückenlosen Querschnittserie ein Zwischenstadium von 5,6 cm Länge zu beschreiben. (Tafel VI.) Auch von dieser Serie habe ich Abbildungen beigegeben, die ich photographischen Aufnahmen nachgezeichnet habe. Diese Serie beginnt mit den Querschnitten durch den cranialen Teil des os Ilium, welches in Fig. 1 in der Höhe des letzten Brustwirbels getroffen wurde. Das Ilium liegt auf diesem Schnitt noch frei dorsal von der Wirbelsäule. Unterhalb des Wirbelquerfortsatzes bemerkt man den Ansatz der letzten Rippe, die bogenförmig aufwärts verlaufend dicht unter dem Ilium umbiegt. Auf dem zweiten mehr caudal geführten Schnitt (Fig. 2) tritt das Ilium in der Mitte seiner Innenfläche mit dem Wirbelquerfortsatze in Verbindung, ohne jedoch mit ihm eine Verwachsung einzugehen. Die absteigende Rippe ist unterhalb des Ilium getroffen. Verfolgt man den Verlauf des Ilium caudalwärts, so wird es ein

wenig schmaler und lehnt sich mit fast seiner ganzen inneren Fläche an die Wirbel an, deren Querfortsätze sich bedeutend verdickt haben (Fig. 3), aber noch deutliche Foramina transversaria zwischen sich lassen (Fig. 4). Nachdem das Ilium derartig mit zwei Wirbeln in Verbindung getreten war, beginnt es sich zu drehen und kommt schliesslich ventral vor die Querfortsätze der Wirbel zu liegen, indem es sich gleichzeitig verdickt und durch Verbreiterung zur Bildung des Acetabulum beiträgt (Fig. 5), dessen Kuppe (Fig. 6) getroffen ist. Die Querfortsätze der Wirbel bilden an dieser Stelle eine das Becken nach aussen ein wenig überragende Leiste, welche sich bis in die Höhe des Foramen ischiadicum fortsetzt.

Im Bereich der acetabularen Region weicht das Ilium auseinander und umfasst allmählich mit seinen beiden Ausläufern das Acetabulum. Beide Stücke werden hinten durch eine feste Membran verbunden (Fig. 7).

Die Grenzen der Beckenknochen sind auf Querschnitten schwer zu erkennen mit Ausnahme der Sutur des Pubis (Fig 8). Caudalwärts vom Acetabulum gehen diese beiden Knorpelstücke wieder zusammen, von welchen das vordere, wie Längsschnitte ergeben, das verschmolzene Ilium + Ischium repräsentiert. Das Pubis ist isoliert getroffen, da zwischen ihm und dem Ischium das Foramen obturatorium liegt. (Fig. 9, Fig. 10.)

Nach der Verschmelzung trennen sich Ilium und Ischium voneinander (Fig. 11), um das grosse ovale Loch, das Foramen ischiadicum, zu umgrenzen (Fig. 12). Verfolgt man diese beiden Stücke caudalwärts, so ergibt sich, dass sie zunächst weit auseinander gehen und sich schliesslich wieder einander nähern, bis sie alsdann gemeinschaftlich das Foramen nach unten abgrenzen (Fig. 13).

Auf einem Schnitt in dieser Gegend zeigt sich ferner, dass das Ilium bereits nach hinten über die Wirbelfortsätze hervorragt und eine scharfe Leiste bildet. Die Verwachsungsstelle zwischen Ilium und Ischium unterhalb des Foramen ischiadicum ist auch auf den Querschnitten sehr deutlich zu erkennen; sie bleibt so lange sichtbar, bis schliesslich beide Knochen wiederum auseinanderweichen und den von Watson erwähnten V-förmigen Ausschnitt des caudalen Beckenrandes zu bilden beginnen (Fig. 14). Von dieser Stelle an bleiben alle drei, Ilium, Ischium und Pubis, bis zu ihren Enden getrennt und nur durch eine Membran verbunden (Fig. 15).

C. Besprechung der Literatur an der Hand der Ergebnisse.

Wie bereits anfangs erwähnt, hat Männich (1902) an demselben Materiale, welches auch mir zu Gebote stand, über die Wirbelsäule des Eudyptes gearbeitet. Er hat in seiner Arbeit auch die Beckenregion einer Betrachtung unterzogen. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen bestehen, in Übereinstimmung mit denen Watsons, im wesentlichen darin, dass zwischen den lumbosacral-Wirbeln und dem Becken weder im embryonalen noch postembryonalen Leben bei Eudyptes eine vollständige Verwachsung eintritt. Ferner fand er, dass das Pubis in bedeutendem Umfange an der Bildung des Acetabulum beteiligt sei, auch dass die Spina iliaca nicht vom Pubis, sondern vom Ilium gebildet wird und als solche embryonal beträchtlicher ist, wie beim erwachsenen Tiere. Meine eigenen Untersuchungen an Eudyptes haben eine Bestätigung dieser Resultate ergeben.

Studer 1889 ([51]) gibt in den Ergebnissen der Forschungsreise S. M. S. Gazelle einige kurze Notizen über die Entwickelung des Eudyptes in sehr frühen Stadien. Das ausgebildete Becken von Eudyptes chrysocome behandelt Watson 1883 ([53]) in dem Report über die Challenger-Expedition. Etwas eingehender sind die Mitteilungen von Menzbier 1887 ([42]). Ihm stand ein reichliches Material aus dem Pariser Museum, ferner auch das während der französischen Expedition zur Erforschung des Cap Horn gesammelte zur Verfügung. Diese Arbeit war für mich sehr wertvoll zur Vergleichung mit meinen eigenen Untersuchungen, auf deren Abweichungen ich an späterer Stelle zurückkommen werde.

Von anderen Arbeiten über das os pelvis der Vögel sei die von Mehnert 1888 ([40]) genannt, der in den entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen jedoch die Pinguine nicht erwähnt. Wichtige Arbeiten wie die von Baur (Morph. Jahrb. 1885 Bd. X pag. 613), Bunge 1880, Dames (Morph. Jahrb. 1885 Bd. X pag. 608) und Gegenbaur (Jen. Zeitschr. Bd. VI 1871) seien gleichfalls erwähnt.

Eine der in der Literatur meist umstrittenen Fragen war die über eine bei vielen Vögeln von Cuvier ([11]) als „processus ilio pectineus“, von Marsh ([37]) und Wiedersheim ([54]) als „Spina iliaca“, von Huley ([29]) als „Pectinealprocess“, von Miwart ([43]) als „Ilio pectinealprocess“ und von Gegenbaur ([16]) als „Tuberculum ilio pubicum“ bezeichnete Erhabenheit. Es deuten hier schon die verschiedenartigen Bezeichnungen auf eine abweichende Auffassung der einzelnen Autoren hin. Ich sah bei Eudyptes diese Ausbuchtung nur bei den Embryonen gut entwickelt. Die ansehnliche Entwickelung der Spina bei den Embryonen des Eudyptes scheint mir jedoch in einem Gegensatze zu der von Mehnert ([41]) in der Arbeit über die Entwickelung der Emys lutaria ausgesprochenen Ansicht zu stehen, da er in bezug auf die Spina anführt, dass sie sich nur bei denjenigen Formen sehr frühzeitig und deutlich anlegt, die auch als entwickelte Tiere eine ausgeprägte Spina besitzen. Nach dieser Ansicht müsste also der ausgewachsene Eudyptes eine gut entwickelte Spina besitzen, was

indessen nicht der Fall ist. Menzbier 1887 ([42]) und Watson 1883 ([53]) erwähnen bei Eudyptes überhaupt keine Spina.

Untersuchungen an den Embryonen ergaben mir aber ausserdem noch betreffs dieser Spina bemerkenswerte und interessante Aufklärung über die phylogenetische Stellung des Eudyptes.

Bekanntlich besteht bei den Dinosauriern nach der Angabe von Marsh das Becken aus vier einzeln angelegten Knochen, nämlich dem Ilium, dem Ischium, dem Praepubis und dem Postpubis. Dieser Ansicht tritt auch Dames ([12]) bei. Bunge ([18]) führt weiterhin aus, dass Ilium, Ischium und Postpubis der Reptilien und Dinosaurier den drei Beckenknochen der Vögel entsprechen; eine dem Praepubis homologe Bildung sieht er in der Spina iliaca. Eine vermittelnde Anschauung zwischen Marsh und Bunge vertritt Baur ([1 u. 2]). Er erkennt ein Praepubis tatsächlich nur für die ornithopoden Dinosaurier an, während er für die Ratiten eine Trennungslinie feststellt, welche mitten durch die Spina geht, wie es auch tatsächlich Sabatier ([49]) bei Casuarius galeatus beschreibt. Somit würde also bei dieser Gruppe die Erhabenheit sowohl vom Ilium als auch vom Pubis gebildet. Bei den Carinaten beschreibt Baur indessen eine Spina iliaca, die vollständig dem Ilium angehört. Mehnert (1888) bestreitet, dass den fossilen Vögeln eine Spina iliaca zukommt, er schreibt pag. 285: „Bei fossilen Vögeln fehlt die Spina iliaca, so bei einem fossilen Ibis, während die recenten wenigstens eine Andeutung zeigen, deshalb ist die Spina erst eine bei Vögeln auftretende Bildung."

Nach der Baur'schen Ansicht können wir also eine Entwickelungsreihe aufstellen von den niedrigsten zu höheren Vögeln, in welcher die ersteren eine vollkommene Trennungslinie des os Ilium von der Spina aufweisen, die bei höheren Vögeln caudalwärts rückt, bis schliesslich bei fortschreitender Entwickelung die Trennungslinie caudal der Spina zu liegen kommt, so dass hier die Erhabenheit vom Ilium und nicht vom Pubis gebildet wird.

Einer der entschiedensten Gegner der vorher von Bunge ausgesprochenen Ansicht war A. Johnson ([31]). Auf Grund seiner Untersuchungen an Hühnern erachtet er die bisweilen rückgebildete Spina der Vögel als homolog dem Pubis der Reptilien und hält das eigentliche Pubis der Vögel für vergleichbar mit dem Processus lateralis pubis der Reptilien und dem Postpubis der Dinosaurier. Mehnert, der später Gelegenheit hatte, die Präparate Bunges zu untersuchen, kann diesem nur voll und ganz beipflichten und seine Ansicht teilen, obgleich er Tiere wie das Huhn und andere von Bunge untersuchte Vögel für derartige Untersuchungen nicht geeignet hält, da sie durch die Domestikation in der Entwickelung wesentlich von anderen Vögeln verschieden sein können.

Wie schon erwähnt, hat der entwickelte Eudyptes, falls man nicht eine nur ganz geringe Erhebung als solche ansehen will, keine Spina, dagegen findet sich, wie ich nachgewiesen, bei Embryonen eine solche Anlage vor. Aus meinen Schnitten und Abbildungen ergibt sich ohne weiteres, dass wir es bei der Bildung derselben nicht mit einer selbständigen Anlage zu tun haben, sondern dass die Erhabenheit einen integrierenden Bestandteil des Ilium abgibt. Es entspricht demnach auch beim erwachsenen Eudyptes der vordere praeacetabulare Fortsatz des Ilium nicht dem Praepubis, sondern ist dem Ilium zuzurechnen.

So bestätigt also auch die Untersuchung am Eudyptes die Ansicht von Mehnert.

Eine weitere wichtige Frage betrifft die Beteiligung des Schambeins an der Bildung des Acetabulum.

Merkwürdigerweise behauptet Menzbier ([42]), das Becken von Eudyptes chrysocome zeichne sich dadurch aus, dass sich bei ihm das Schambein an der Bildung der Gelenkpfanne, im Gegensatz zu der grössten Anzahl anderer Vögel, beteiligt habe. Diese für die phylogenetische Auffassung des Vogelbeckens interessante Bemerkung beruht sicherlich auf einem Irrtum. Gegenbaur ([21]) beschrieb zwar viele Fälle, wo das Pubis von der Bildung der Pfanne ausgeschlossen ist, bemerkt jedoch ausdrücklich, dass bei Vögeln das Schambein, wenn auch zuweilen nur in geringem Masse, an der Bildung teilnimmt, wodurch das Becken der Vögel mit solchem der Krokodile eine gewisse Ähnlichkeit habe.

Die Tatsache also, die auch aus meinen Untersuchungen hervorgeht, dass sich das Pubis an der Bildung der Pfanne beteiligt, nimmt dem Eudyptes seine nach Menzbier scheinbar isolierte Stellung, die, wenn sie tatsächlich bestände, wohl sicherlich auch Watson in seinem Werke erwähnt haben würde.

Meine Untersuchungen an Embryonen setzen mich ferner auch in die Lage, Irrtümer über die Verwachsungsstellen der einzelnen Knochen, welche bei der makroskopischen Beschreibung von Eudyptes chrysocome erwähnt werden, zu rektifizieren. Es behauptet Menzbier ([42]), pag. 517: „Das Sitzbein verwächst mit der Verlängerung des hinteren Fortsatzes des Hüftbeins, indem es hier zusammen mit demselben einen hohen, ein wenig zur Seite der Wirbelsäule ausgebogenen Kamm bildet. Meine Schnittserien und das mit Glycerin aufgehellte Präparat (Tafel V, Fig. 1) lehren, dass die Grenze zwischen diesen beiden Knochen keineswegs in der freien, nach hinten stehenden Kante zu suchen sei, sondern vielmehr direkt unterhalb des Foramen ischiadicum beginnend bis zur Spitze des V-förmigen Ausschnittes des caudalen Randes des Beckens verläuft.

Was die übrigen Verwachsungsstellen bei den Beckenknochen betrifft, so sind diese bei dem jüngsten Stadium noch sehr deutlich festzustellen. Zwar ist hier keine eigentliche Trennung mehr vorhanden, aber dennoch zeigen die stark angehäuften Knorpelzellen an, dass die drei Beckenknochen von Eudyptes chrysocome in ganz frühen Stadien völlig getrennt angelegt waren, und dass bei ihm keine Abänderungen wie beim Haushuhn zu finden sind, wo sich bekanntlich nach Bunge (8) und Mehnert (40) Ischium und Ilium als einheitlicher Knorpel anlegen. Mehnert konnte sogar auch beim Huhn in einem Falle eine, wenn auch nur undeutliche, Trennung zwischen Ilium und Ischium feststellen. Es walten also bei Eudyptes Verhältnisse ob, wie sie den wildlebenden Vögeln eigen sind, und wie sie Bunge vom Beckengürtel der Ente beschreibt, mit dessen Abbildung 5 meine Bilder in der Hauptsache übereinstimmen. Dieses Vorkommen bei der Ente hebe ich deshalb besonders hervor, weil Bunge dasselbe für so „paradox" hält, dass er jede Deutung unterlässt und uns nur die Tatsache mitteilt. Es wäre nach meiner Ansicht sowohl bei der Ente wie bei Eudyptes vielleicht möglich, dass bei beiden in Anpassung an das Wasserleben diese früheren Zustände der ontogenetischen Entwickelung länger festgehalten werden, während sie bei anderen Vögeln mehr oder weniger verschwunden sind. Nach Menzbier, pag. 577, müssen wir das Verwachsen der Beckenknochen im Umkreise des Acetabulum als eine Eigentümlichkeit ansehen, die durch die Anpassung zum Landleben entstanden ist.

Bei allen meinen Untersuchungen fand ich, dass in dem acetabularen Teil am schärfsten und deutlichsten die Trennung des Pubis von den beiden anderen Knochen sichtbar ist und sich am längsten erhält, während die Trennung zwischen Ischium und Ilium schon in verhältnismässig frühen Stadien verschwindet.

Als Anklang an das embryonale Verhalten fand ich ferner, dass die Naht, welche Beckenknochen und Wirbelsäule trennt, sich während des ganzen Lebens erhält, ein Umstand, den schon Menzbier, pag. 534, und Männich, pag. 26, erwähnen. Gorsky (26) gibt sogar vom Aptenodytes an, dass die Hüftbeine mit den Kreuzbeinen nicht verwachsen, sondern beweglich mit ihnen verbunden sind, wie dies bei vielen Wasservögeln der Fall ist. Hingegen behauptet Watson (53), dass bei keiner Pinguinart das Becken mit dem lumbosacralen Teil der Wirbelsäule eingelenkt sei. Das Becken ist bei ihnen durch eine Naht mit dem Rückgrat verbunden, wie dies tatsächlich noch bei dem ausgewachsenen Vogel der Fall ist.

D. Resultate.

I. Der nach hinten hervorspringende Kamm ist nicht die Trennungslinie zwischen Ischium und Ilium, sondern gehört zum Ilium; die Trennungslinie geht von der untersten Stelle des Foramen ischiadicum bis zur Spitze des V-förmigen Ausschnittes.

II. Durch Beteiligung des Pubis an der Bildung des Acetabulum entfernt sich das Becken der Pinguine nicht von dem der anderen Vögel.

III. Eine Spina iliaca ist beim erwachsenen Eudyptes nur als sehr schwache Erhebung vorhanden.

IV. Das Becken des jungen Eudyptes unterscheidet sich in der Form bedeutend von dem des ausgewachsenen.

V. Alle drei Beckenknochen werden getrennt angelegt.

VI. Die Spina iliaca ist beim Embryo ausgeprägt und gehört zum Ilium.

VII. Pubis und Ischium, die zur Längsachse des Ilium in sehr frühen Stadien annähernd vertikal stehen, gehen schliesslich in eine der Längsachse parallele Lage über.

VIII. Die Naht zwischen Wirbel und Becken bleibt als Rest des embryonalen Zustandes bestehen.

2. Die hinteren Extremitäten.

Die starken Muskelleistungen, die beim Eudyptes chrysocome, sowohl bei der Aufrechterhaltung seines schweren Körpers am Lande, wie bei der kräftigen Steuerung im Wasser, für die hinteren Extremitäten notwendig sind, lassen auf eine kräftige Ausbildung der Extremitätenknochen und deren Muskeln schliessen.

Die Muskulatur.

Die topographische Lage der Muskulatur ist auf beigefügten Abbildungen Tafel II—IV ersichtlich. Sämtliche Abbildungen sind von mir während der Präparation eines ausgewachsenen Eudyptes sorgfältig skizziert und später von Herrn Dr. Etzold (Leipzig) und Herrn Flanderky (Berlin) ausgeführt worden.

Auf Tafel II ist die Seitenansicht des Eudyptes nach Entfernung der Haut und Fettschicht dargestellt worden, so dass durch diese Figur ein Überblick über die Gesamtmuskulatur wiedergegeben ist. Ein ähnliches Bild befindet sich auch im Report der Challenger Expedition und bei Bronn, und da ich durch meine Untersuchungen die richtige Wiedergabe der Muskellage in beiden Werken bestätigt fand, habe ich unter Hinweis auf jene Figuren den grösseren Teil meiner Abbildung skizziert gelassen. Tafel III stellt die Unterschenkelpräparation der vom Körper losgelösten hinteren Extremität dar. Dieselbe ist auf Fig. 1—4 von der Plantarseite, auf Fig. 5 und 6 von der Dorsalseite gezeichnet. Die Oberschenkelmuskulatur ist auf Tafel IV abgebildet (Fig. 7 und 8 Aussenseite, Fig. 9 Innenseite).

Der anatomische Befund der Unterschenkelmuskeln und deren Sehnenverlauf erschien mir besonders erwähnenswert, da ich weder in Watsons „Report“ noch in anderen über Pinguine handelnden Schriften auch nur annähernd genaue Zeichnungen vorfand, wohingegen Watson über Oberschenkel und Beckenmuskulatur einige gute Abbildungen gebracht hat.

Tafel III Fig. 1 stellt die oberflächlichste Lage der Unterschenkelmuskeln dar. Man erkennt drei Muskeln, von denen zwei sehr kräftig sind, nämlich der m. peroneus longus und die portio externa m. gastrocnemii (auf der Abbildung in Watsons Report fälschlich als „Inner head“ bezeichnet), während der zwischen beiden verlaufende m. flexor perforatus et perforans digit II zwar ziemlich breit, aber nur dünn ist.

Die portio externa m. gastrocnemii (Ge) entspringt mit einer kurzen Sehne fleischig am hinteren Rande der Seitenfläche des Femur vor dem äusseren Condylus fem. In seinem mittleren Teile bauchig, geht der Muskel allmählich in eine starke Sehne über, die mit den Endsehnen der portio interior und anterior des m. gastrocnemius verschmilzt und gemeinschaftlich mit diesen zu einer breiten mächtigen Sehne anschwillt. Als solche bildet sie über dem Intertarsalgelenk eine starke Kapsel, die sich schliesslich in 2 Streifen teilt und an das distale Ende der drei verschmolzenen Metatarsalknochen medial und lateral ansetzt. Zur oberflächlichsten Muskellage gehörig überbrückt somit die Sehne alle Endsehnen der tiefer liegenden Muskeln, ferner auch die Sehne des neben dem m. gastrocnemius externus gelegenen m. perforatus et perforans digit II, während die Sehne des m. peroneus longus lateralwärts frei verläuft. Die Funktion des Ge. ist in Gemeinschaft mit den beiden anderen portiones m. gastrocnemii Beugung des Knies und Streckung des Fussgelenkes.

Der m. peroneus longus (P. L.) entspringt an der Aussenseite der Patella und ist mit der Fibula während seines oberen Verlaufes aponeurotisch verbunden. Der Muskel geht bereits oberhalb des Intertarsalgelenkes in eine schmale aber kräftige Sehne über, die lateralwärts von den 5 Phalangengliedern an der äusseren Zehe entlang zieht und schliesslich an der Basis des Krallengliedes dieser Zehe inseriert. Während ihres Verlaufes verbindet sich die Sehne des m. pernoneus longus mit der Sehne des m. flexor perforatus digit III und gibt fernerhin Endigungen ab seitlich an die Basis des zweiten, dritten und vierten Phalangengliedes der Aussenzehe. Durch seine seitlichen Ansätze spreizt dieser Muskel die durch Schwimmhäute verbundenen Zehen, und hilft ferner dem m. flexor perforatus digit III beim Beugen der mittleren Zehe durch eine Sehnenverbindung.

Der m. flexor perforans et perforatus digit II (E. P. II) entspringt mit einer breiten Sehne von der Insertionssehne des Extensor cruris gleichzeitig von der Ursprungssehne des Gastrocnemius externus; er läuft jedoch sehr bald dünn und schmal aus, und es wird im weiteren Verlaufe seine Sehne von der breiten Gastrocnemiussehne überbrückt. Nach dem Hervortreten unter der Gastrocnemiussehne zieht sich auch die Sehne des m. flexor perforatus digit II über ihn hinweg, und der Muskel inseriert schliesslich, indem seine Endsehne sich teilt und von der breiten Sehne des m. flexor perforans profundus durchbohrt wird an beiden Seiten der Basis des zweiten Phalangengliedes der inneren Zehe.

Der Muskel trägt bei zur Beugung der inneren Zehe.

Ferner sind auf Fig. 1 zwei breite Sehnenbänder bemerkenswert, von denen das eine in der Mitte der Grundphalange der äusseren Sehne vom lateralen zum medialen Rande hinüberreicht und die flexores der äusseren Zehe überbrückt. Das zweite Sehnenband verbindet die mittlere und innere Zehe miteinander, indem es am lateralen Rande in der Mitte der Grundphalange der inneren Zehe ansetzt, die Flexores dieser Zehe überbrückt, sodann zur inneren Zehe hinüberzieht, auch hier die Flexores überbrückt, und schliesslich am medialen Rande der Grundphalange der inneren Zehe zum Teil sich festsetzt, zum Teil noch sehnig in die Haut verläuft.

Auf der folgenden Figur (Fig. 2) ist der Ge und E. P. II durchschnitten, und es werden nunmehr unter diesen der bereits ebenfalls durchschnittene m. flexor perforans et perforatus digit III ausserdem der m. flexor perforatus digit IV, der m. flexor perforatus digit III und der m. flexor perforans digitorum profundus sichtbar.

Der m. flexor perforans et perforatus digit III (E. P. III) ist ein in seinem oberen Teile kräftiger fleischiger Muskel. Er entspringt breitsehnig unter dem E. P. II im Verein mit dessen Sehne an der Ursprungssehne des m. gastrocnemius externus und reicht bis an den aponeurotischen Ursprung des Peroneus longus.

Der sehr bald in eine schmale Sehne auslaufende Muskel legt sich unter der Sehnenbrücke des Gastrocnemius seitlich an die Sehne des m. flexor perforatus digit III in gemeinschaftlicher Sehnenscheide an, bis seine Sehne im weiteren Verlauf unter die des letzteren entlangzieht und den m. flexor perforatus digit III durchbohrt. Schliesslich inseriert die Endsehne des m. flexor perforans et perforatus digit III zu beiden Seiten der Basis des dritten Phalangengliedes der Mittelzehe, kurz vorher sich spaltend und die Sehne des m. flexor perforans profundus hindurchlassend.

Der Muskel trägt zur Beugung der Mittelzehe bei.

Der m. flexor perforatus digit IV (F. P. IV) entspringt von der Hinterfläche des Femur am Beginn des inneren Condylus femoris. Zu Beginn zieht sich die Sehne des m. biceps femoris über ihn hinweg. Der Muskel verläuft zuerst bauchig, allmählich schmaler werdend oberhalb des zu beiden Seiten hervortretenden m. flexor perforatus digit III entlang und inseriert mit einem Sehnenstreifen lateral an der Basis des zweiten Gliedes der äusseren Zehe, mit zwei Sehnenstreifen, die nach Durchbohrung durch den m. flexor perforans profundus wieder verschmelzen, an der Basis des dritten Gliedes derselben Zehe.

Der Muskel trägt zur Beugung der Aussenzehe bei.

Der m. flexor perforatus digit III (F. P. III) hat seinen Ursprung an derselben Stelle wie der vorige; er ist ein breiter, in seinem oberen Teile sehniger Muskel, der zur Mittelzehe läuft und dort sich teilend und die Sehne des E. P. III durchlassend, an den Rändern der Basis des zweiten Phalangengliedes inseriert. Während seines Verlaufes hat er sich mit einer Zwischensehne in der Höhe der Mitte des Metatarsus mit dem Peroneus longus verbunden.

Der Muskel trägt zur Beugung der Mittelzehe bei.

Auf der dritten Figur sind der m. gastrocnemius die m. m. flexor perforans et perforatus digit II u. III und der m. flexor perforatus digit IV, da sie vom Präparat losgelöst wurden, nicht mehr vorhanden, während der m. flexor perforatus digit III durchschnitten und zur Seite geschlagen gezeichnet ist. Nach dem Lospräparieren der Endsehnen der soeben genannten Muskeln musste ich erst ein unter ihnen gelegenes breites und festes Sehnenband durchschneiden, um an die Sehnen der tiefer gelegenen Muskeln zu gelangen. Es ist auf dieser Figur unter dem F. P. III der m. flexor perforatus digit II sichtbar geworden.

Der m. flexor perforatus digit II (F. P. II) entspringt unterhalb des m. flexor perforatus digit III nahe der Ansatzstelle desselben an der Hinterfläche des Femur. Da der Muskel ein wenig schmaler als der m. flexor perforatus digit III ist, wird er von ihm völlig verdeckt. Mit seiner Endsehne geht er an die Grundphalange der inneren Zehe heran und inseriert dort in der Mitte am lateralen Rande.

Der Muskel trägt zur Beugung der inneren Zehe bei.

Nach Durchschneidung des m. flexor perforatus digit II werden auf Figur 4 die beiden m. m. flexores perforantes digitorum sichtbar, von denen der m. flexor hallucis longus oberhalb des m. flexor perforans profundus verläuft.

Der m. flexor hallucis longus (F. P. D. b) ist ein sehr schmaler nur in seinem oberen Teile fleischiger Muskel. Er entspringt an dem hinteren Rande des äusseren Condylus femoris.

Der um ein Beträchtliches breitere m. flexor profundus (F. P. D. a) entspringt vom oberen Teile der Hinterfläche der Tibia und liegt im weiteren Verlaufe dem Tibiaknochen auf, lateral von der Fibula begrenzt. Beide Muskeln gehen ungefähr in der Höhe der Mitte des Metatarsus in einen gemeinschaftlichen Sehnenkomplex über und entsenden von hier in alle 4 Zehen ihre Endsehnen. Die kürzeste Sehne geht zur Afterzehe und inseriert dort, während eine zweite zur inneren Zehe verstreicht. Die letztere inseriert mit dem Hauptsehnenstrange in dem Krallengliede dieser Zehe, doch entsendet sie vorher noch zwei Streifen zur Basis des dritten oder Krallengliedes. Die dritte Sehne verläuft in der Mitte der mittleren Zehe und entsendet Sehnenstreifen zum dritten und vierten Phalangengliede. Der Hauptsehnenstrang inseriert im vierten oder Krallengliede. Die vierte Sehne verläuft in der Mitte der äusseren Zehe, entsendet zur Basis des dritten, vierten und fünften Phalangengliedes Sehnenstreifen und inseriert im fünften oder Krallengliede dieser Zehe.

Beide Muskeln beugen gemeinschaftlich die sämtlichen Zehen.

Am meisten medialwärts verläuft der m. plantaris (P. T.). Er entspringt auf dem hinteren medialen Rand des oberen Teils der Tibia und verstreicht als dünner Sehnenstrang bis zur Insertion am oberen Rande des über dem Fussgelenk verlaufenden Sehnenbandes (vorher, wie erwähnt, bereits durchschnitten).

Der Muskel streckt das Fussgelenk.

Nach Durchschneidung des m. peroneus longus ist auf Fig. 4 am meisten lateral der m. tibialis anticus sichtbar geworden. Dieser gehört jedoch schon zu den auf der Dorsalseite verlaufenden Muskeln und nur durch seinen kräftigen Bau und seine bauchige Form ragt er lateral des Tibiaknochens nach Abtragung des m. peroneus longus hervor.

Als tiefster Muskel der Plantarseite des Unterschenkels läuft lateral an der Fibula entlang der

m. peroneus brevis. Der m. peroneus brevis (P. B.) entspringt vom oberen Teile der Fibula und von der benachbarten Fläche der Tibia, verläuft längs der Fibula abwärts und inseriert schliesslich auf der Hinterfläche der Basis der 3 verschmolzenen Metatarsalknochen, ein wenig lateral ihrer Mitte.

Der Muskel beugt das Fussgelenk.

Betrachtet man die Muskulatur des Unterschenkels von der dorsalen Seite, so erblickt man auf Fig. 5 die oberflächlichste Lage. Es gehören hierzu am weitesten lateral gelegen der bereits auf der Plantarseite beobachtete, jedoch durch seine Mächtigkeit und laterale Lage auch von der Innenseite des Unterschenkels sichtbare m. peroneus longus, ferner medial die portiones m. gastrocnemii interioris und anterioris.

Zwischen dem m. peroneus longus und dem m. gastrocnemius anterior liegt der m. tibialis anticus.

Der m. gastrocnemius interior (Gi.) entspringt an der Hinterfläche des Femur unmittelbar vor dem Beginn des inneren Condylus; seine Ursprungssehne dehnt sich bis auf den hinteren Innenrand der Tibia aus. Dieser, gleich den beiden anderen portiones gastrocnemii kräftige Muskel hat eine bauchige Form, und läuft schliesslich in eine starke kurze Sehne aus, die an die gemeinschaftliche Gastrocnemiussehne herangeht. Die Funktion des Muskels ist gemeinschaftlich mit den portiones des gastrocnemius externus und anterior Beugung des Knies und Streckung des Fussgelenkes.

Der m. gastrocnemius anterior (Ga.) entspringt von der Innenfläche der Patella und ihrer nächsten Umgebung. Als kräftiger fleischiger Muskel läuft er gleichfalls in die breite gemeinschaftliche Gastrocnemiussehne aus.

Seine Funktion ist bereits bei Beschreibung der beiden anderen portiones erwähnt worden.

Der zwischen dem m. peroneus longus und m. gastrocnemius anterior gelegene m. tibialis anticus (T. A.) ist auf Fig. 5 in seinem ganzen Verlauf zu verfolgen. Er entspringt mit 2 Köpfen, von denen der äussere an dem unteren Rande des äusseren condylus femoris sich ansetzt, der innere am unteren Rande der Patella und am obersten Teile des Tibiakopfes entspringt. Beide Köpfe vereinigen sich sehr bald in der Höhe des oberen Drittels der Tibia zu einer dicken, fleischigen Masse, die im weiteren Verlauf unmittelbar dem Tibiaknochen aufliegt, seitlich teilweise bedeckt vom m. gastrocnemius anterior und m. peroneus longus. In der unteren Hälfte des Tibiaknochens geht der m. tibialis anticus in eine breite starke Sehne über, die sich unter das Ligamentum transversum in einem Sulcus zwischen dem Malleolus int. und ext. hindurchzieht und schliesslich auf der dorsalen Seite am distalen Ende des verschmolzenen dritten Metatarsalknochens inseriert.

Der Muskel hebt den Metatarsus resp. den Fuss.

Nach Durchschneidung der soeben beschriebenen Muskeln des Unterschenkels wird auf Fig. 6 nur noch als tiefster Muskel der Dorsalseite der m. extensor communis digitorum freigelegt, während der zu beiden Seiten der Tibia hervortretende m. flexor perforans digitorum profundus und der lateral gelegene m. peroneus brevis zur tiefsten Muskellage der Plantarregion gehören.

Der m. extensor communis digitorum (E. C. D.) entspringt vom unteren Rande der Patella und von der oberen Tibia in der tiefen Furche, die durch die beiden nach vorn hervorspringenden Leisten gebildet wird. Er ist ein schmaler fleischiger, aber kräftig sehniger Muskel. Seine Sehne geht während ihres Verlaufes medial neben der Sehne des m. tibialis anticus durch das Ligamentum transversum hindurch, bis sie schliesslich sich trennt und allein noch mehr in der Tiefe durch eine knöcherne Brücke am distalen Ende der Tibia entlang zieht. Bald nach ihrem Durchtritt durch diese Brücke schwillt die Sehne des m. extensor communis digitorum in der Mitte der Metatarsalia zu einem stärkeren Sehnenkomplex an und entsendet von hier 4 Endsehnen. Eine Endsehne verläuft zur äusseren Zehe und inseriert mit zwei Sehnenstreifen an der Basis dorsal des fünften oder Krallengliedes mit zwei Sehnenstreifen an der Basis des vierten Gliedes und mit einem Sehnenstreifen an der Basis des dritten Gliedes der äusseren Zehe.

Zur Mittelzehe verlaufen zwei Endsehnen, von denen die eine bis zur Basis des vierten oder Krallengliedes verstreicht und daselbst dorsal mit zwei Sehnenstreifen inseriert. Vorher hat jedoch dieselbe Endsehne noch zwei Sehnenstreifen zur Basis des dritten Gliedes entsandt. Die zweite Endsehne verläuft direkt vom erwähnten Sehnenkomplex bis zur Basis des zweiten Gliedes und inseriert dort.

Die vierte Endsehne verläuft zur Innenzehe und inseriert an der Basis des dritten oder Krallengliedes mit zwei Streifen, hat jedoch vorher einen Streifen an den lateralen Kopf des ersten Gliedes und einen Streifen an den medialen Teil der Basis des zweiten Gliedes abgegeben.

Der m. extensor digitorum communis streckt die drei Hauptzehen.

Auch die Präparation der Oberschenkelmuskulatur ist auf Tafel III nach Entfernung der Haut und Fettschicht wiedergegeben. Fig. 1—4 von der Aussenseite, Fig. 5—6 von der Innenseite.

Als oberflächlichste Muskelschicht liegen an der Aussenseite 5 kräftige Muskeln. Am meisten cranial verläuft der m. sartorius (S). Sein Ursprung erstreckt sich von den Dornfortsätzen der drei letzten freien

Rückenwirbel bis zur Aussenfläche und zum dorsalen Rande des Ilium. Er ist ein sehr starker, fleischiger Muskel, der mit einer kräftigen Sehne vorn an der Patella zum Teil auch an der inneren Crista des Tibiakopfes inseriert.

Der Muskel hebt den Femur und vermag das Kniegelenk zu strecken.

Neben dem m. sartorius caudalwärts liegt der m. rectus femoris (R. F.).

Er entspringt als ein breiter dünner Muskel von den verwachsenen Dornfortsätzen der oberen Kreuzbeinwirbel und inseriert mit einer breiten Sehne gemeinschaftlich mit der Sehne des unter ihm verlaufenden m. extensor cruris an der Aussenseite der Patella und am Kopf der Tibia. Der Muskel streckt den Unterschenkel im Kniegelenk und hebt den Femur resp. beugt das Hüftgelenk.

Neben dem m. rectus femoris verläuft der gleichfalls nur dünne m. tensor fasciae femoris (T. F.).

Er entspringt caudalwärts von diesem an den verschmolzenen Dornfortsätzen der Kreuzbeinwirbel und am benachbarten Rande des Ischium. Seine Insertionssehne läuft zusammen mit der des m. extensor cruris an die Aussenseite der Patella und dehnt sich bis an das obere Ende der äusseren Crista Tibiae aus. Der Muskel beugt das Kniegelenk und streckt das Hüftgelenk als Antagonist der beiden vorherigen Muskeln.

Nächst diesem Muskel liegt caudalwärts der m. biceps femoris (B.). Sein Ursprung ist vom dorsalen Rande des postacetabularen Ilium bis fast zur Spitze des Ischium. Der Muskel verschmälert sich allmählich und geht in eine runde starke Sehne über, die noch vor der Insertion durch eine am Condylus externus femoris sich ansetzende Sehnenschlinge zieht. Der Biceps femoris inseriert schliesslich an einem Vorsprunge der Aussenseite der Fibula distalwärts vom Collum fibulae. Der Muskel ist der stärkste Beuger des Kniegelenkes; indirekt streckt er auch durch Herabziehen der Sehnenschlinge den Femur im Hüftgelenk.

In der oberflächlichsten Muskellage am meisten caudal liegt der m. semitendinosus (S. T.). Er entspringt von der hinteren Spitze des Ischium und von den Querfortsätzen der dritten, vierten und fünften Schwanzwirbel. Er inseriert an der Innenfläche der Tibia am Beginn der inneren freien Crista tibiae. Der Muskel beugt das Kniegelenk und zieht, wenn ersteres fixiert ist, die Schwanzmuskeln herab, ausserdem trägt er auch zur Streckung des Hüftgelenkes bei.

Nach dem Lospräparieren der soeben beschriebenen fünf oberflächlichsten Muskeln der Aussenseite des Oberschenkels wird auf Tafel IV Fig. 7 und 8 der Verlauf der übrigen tiefer gelegenen Muskeln der Aussenseite sichtbar.

Der m. glutaeus medius (Gl. med.) entspringt an der Aussenfläche des praeacetabularen Ilium, erstreckt sich einerseits bis zur Höhe des Acetabulum und ausserdem dorsal bis zu der Grube, die durch Verwachsung der Querfortsätze des fünften, sechsten und siebenten Kreuzbeinwirbels gebildet wird. Er inseriert vor der Mitte der Aussenfläche des Trochanter major. Der Muskel trägt zur Rotation des Oberschenkels bei im Verein mit dem m. glutaeus minimus und m. obturator externus, und zwar dreht er den Femur nach aufwärts und auswärts, ferner vermag er den Oberschenkel ein wenig anzuheben.

Der m. glataeus minimus (Gl. min.) entspringt vom lateralen Rande des praeacetabularen Ilium und zwar von der Höhe des oberen Dritteils des Ilium bis zur Höhe des Acetabulum. Er inseriert am vorderen Teile der Aussenfläche des Trochanter major, distal von der Sehne des m. glutaeus medius.

Der Muskel rotiert den Femur gleichfalls auf- und auswärts, auch hebt er den Oberschenkel stark an und beugt dadurch das Hüftgelenk.

Der m. obturator externus (Ob. ex.) entspringt von der gesamten Aussenfläche des os Ischium hinter dem Foramen ischiadicum unter dem Ursprung des m. biceps femoris. Seine Endsehne geht von unten an die Aussenfläche des Trochanter major heran und inseriert vorn zwischen dem m. gluteus medius und minimus. Der Muskel rotiert daher den Femur gleichfalls nach aussen, aber abwärts.

Ausser diesen drei kräftigen Rotationsmuskeln des Femur tragen ferner zur Rotation desselben noch drei kleine Muskeln bei, es sind dies der m. obturator internus der m. gemellus und der m. pectineus, die jedoch wegen ihres kurzen Verlaufes auf meine Abbildungen nicht eingezeichnet sind.

Längs des Femur verläuft der ihm an der äusseren und vorderen Fläche, weniger an der Innenseite unmittelbar aufliegende, zweiteilige m. extensor cruris (E. C.). Am Trochanter major beginnend, inseriert er schliesslich an der Patella und mit einem geringen Teile an dem äusseren Rande des Tibiakopfes. Der Muskel streckt den Unterschenkel im Kniegelenk.

Der m. adductor longus (Ad. long.) entspringt von der unteren Hälfte des dorsalen Randes des Ischium und inseriert in der Mitte des Femurschaftes an dessen Hinterfläche mit einer breiten Sehne. Der Muskel zieht den Femur nach abwärts.

Der m. cruro-coccygeus (Cr. C.) entspringt von den Querfortsätzen einiger Schwanzwirbel und verläuft als dünner langer Muskel bis zum Femur und inseriert dort am distalen Ende des Femurschaftes an der Hinterfläche des Knochens.

Auf Tafel IV Fig. 9 sind als Muskeln der Innenfläche des Oberschenkels ausser dem schon erwähnten m. sartorius noch der m. (ambiens) gracilis, der m. adductor magnus und der m. semimembranosus nach Entfernung der Haut sichtbar.

Der m. (ambiens) gracilis (A.) entspringt am centralen Ende des Femur (collum femoris) und zieht sich auf dessen innerer Fläche entlang bis zum vorderen Rande der inneren Crista tibiae; dort inserierend reicht seine Endsehne bis zur Patella hinüber.

Der Muskel streckt das Kniegelenk.

Der m. adductor magnus (Ad. mag.) entspringt an der Aussenfläche des Pubis vom foramen ischiadicum bis beinahe zur Spitze hinabreichend. Er inseriert am inneren Rande der Hinterfläche des Femur in einer Ausdehnung von der Mitte des Knochens bis zum distalen Ende. Auch geht er bei seiner Insertion mit der Ursprungssehne des m. gastrocnemius interior eine Verbindung ein.

Der Muskel zieht den Oberschenkel herab und unterstützt den m. gastrocnemius interior in seiner Funktion.

Der m. semi-membranosus (S. M.) entspringt nahe der untersten Spitze an der Aussenseite des Pubis und von der entsprechenden Fläche des Ischium, während ein zweiter Kopf von dem Sehnenblatt der Abdominalmuskeln entspringt. Die Insertionssehne bei den Portiones befestigt sich an der inneren freien Crista tibiae vor der Sehne des m. semitendinosus.

A. Das Knochenskelett der hinteren Extremität beim ausgewachsenen Eudyptes.

Das Knochenskelett der hinteren Extremität ist bereits von Menzbier und in dem Bericht der Challenger-Expedition eingehend beschrieben worden, weshalb ich mich bei meiner Beschreibung kurz fasse.

Der Femur. Bei einem von mir untersuchten Eudyptes chrysocome von ca. 50 cm Länge ist der Femur $6^1/_2$ cm lang. (Tafel I Fig. 5.) Sein Mittelstück ist fast gleichmässig stark. Der Proximalabschnitt ist bogenförmig gekrümmt. Der Femur besitzt an seinem centralen Ende einen kräftigen Gelenkkopf, welcher als glattes, kugeliges Gebilde, durch ein starkes Ligament gehalten, im Acetabulum artikuliert. Der Condylus ist nicht gleichmässig abgerundet, sondern an der Befestigungsstelle des Ligaments eingebuchtet (Foveola). An den Kopf selbst setzt sich ein kurzer, aber sehr dicker Hals an, der alsdann unter einem stumpfen Winkel an das Mittelstück des Femur herantritt. Der Trochanter ist beim Eudyptes wenig erhaben ausgebildet, und nur durch die glatte Gelenkfläche für den Antitrochanter des Beckens zu erkennen. Von dieser Fläche erstreckt sich zu beiden Seiten (vorn und hinten) eine Crista, die allmählich in das Mittelstück des Femur übergeht. Durch diese beiden vorspringenden Leisten ist der Femur auf seiner Aussenfläche verbreitert worden, und dadurch erscheint er hier abgeplattet. Die abgeplattete Aussenfläche ist rauh und hat kleine Erhabenheiten, welche einigen Schenkelmuskeln zum Ansatz dienen. Über das Mittelstück des Femurknochens ist nur wenig zu sagen. Fast in seinem ganzen Verlaufe behält es, als glattes, im Querschnitt rundes Knochenstück, die gleiche Dicke bei. Kurz bevor der Femur sich zur Bildung des unteren Gelenkes anschickt, nimmt er eine mehr abgeplattete Gestalt an, indem vorn und hinten zwei gegen das distale Ende sich vertiefende Furchen auftreten, deren seitliche Wanderungen schliesslich zu den beiden Condylen auslaufen. Hierdurch entstehen für das Gelenk des distalen Endes die zwei mächtig entwickelten Gelenkköpfe des Femur, von denen der innere ausschliesslich mit der Tibia, der äussere gleichzeitig noch mit der Fibula artikuliert.

Die Patella (Tafel I Fig. 8) ist ein bei Eudyptes sehr stark entwickeltes Knochenstück, welches durch kräftige Sehnen mit dem Femur, ganz besonders fest aber mit der Tibia verbunden ist; an die Fibula tritt die Patella nicht heran. Die äussere Form der Patella gleicht einem Doppelkegel, dessen Grundfläche mit der vorderen Vertiefung im distalen Ende des Femur artikuliert, während die abgerundeten Spitzen frei nach vorn hervorstehen und zwischen sich einen tiefen Einschnitt lassen.

Die Tibia, $10^1/_2$ cm lang (Tafel I Fig. 6), weist am verdickten proximalen Ende zwei voneinander getrennte Gelenkflächen auf, die für die entsprechenden Condylen des Femur bestimmt sind. Ausserdem ist noch eine, aber nur sehr kleine Erhabenheit an der äusseren Seite zu bemerken, die der Fibula zur Anheftung dient. Über die beiden proximalen Gelenkflächen ragen auf der vorderen Seite des Knochens zwei scharfe Leisten (Cristae tibiae) hervor, die an ihrer Spitze sich mit der Patella durch Ligamente verbinden. Die innere der beiden Leisten ist sehr stark entwickelt, scharfkantig und reicht weit bis in das Mittelstück der Tibia herab. Die äussere Leiste ist zwar gleichfalls stark entwickelt, aber bei weitem nicht so ausgedehnt und scharfkantig. Diese beiden kräftigen Knochenleisten dienen der Patella als ausgiebige Stützen.

Betrachtet man das proximale Ende der Tibia von vorn, so sieht man in die von den beiden Leisten gebildete tiefe Grube hinein, welche dem kräftigen m. extensor digitorum communis als Ansatz dient. Das

Mittelstück der Tibia ist in seinem Anfangsteile ziemlich scharf dreikantig, da sich dort den beiden bis in das Mittelstück verlaufenden Leisten noch eine dritte hinzugesellt, welche auf der hinteren Seite der Tibia verstreicht. Erst ganz allmählich schwinden die Cristae tibiae und das Mittelstück nimmt eine im Querschnitt runde Form an.

Am distalen Ende des Knochens tritt vorn eine seichte Einbuchtung auf, welche in einem kurzen Kanal ausläuft, der sich mitten zwischen den beiden Malleoli öffnet; er birgt die Sehne des vorher erwähnten m. extensor digitorum communis. Der Malleolus externus und internus des distalen Endstücks ist durch eine breite Gelenkpfanne verbunden, in die der verwachsene proximale Teil des Laufknochens eingreift.

Die Fibula, ca. 8½ cm lang (Tafel I Fig. 6), ist ein dünner in seinem proximalen Teile etwas verdickter, distal spitz auslaufender Knochen. Eine eigentliche Verwachsung zwischen ihr und der Tibia findet nur am distalen Ende statt und zwar ungefähr am Ende des Mittelstückes der Tibia, so dass die Fibula beim Eudyptes im Verhältnis zu anderen Vögeln eine ausserordentliche Länge angenommen hat. Im proximalen Beginn artikuliert die Gelenkfläche der Fibula mit dem äussersten Teile des Condylus fem. externus, während eine seitliche Gelenkfacette die Verbindung mit der Tibia kennzeichnet. An der Ursprungsstelle der Fibula ist der Zwischenraum zwischen ihr und der Tibia ziemlich weit; derselbe bildet ein ovales Loch, das ungefähr dreimal so lang als breit ist. Am unteren Ende dieses Loches legt sich die Fibula dicht an eine hervorspringende Leiste der Tibia an. Nach kurzem gemeinschaftlichen Verlauf wird der Zwischenraum wieder ein wenig grösser und stellt nun einen langen Schlitz dar, der nach unten immer enger wird, bis schliesslich die Fibula mit der Tibia verwächst.

Die Tarsalia sind beim ausgewachsenen Eudyptes, wie bei allen Vögeln, nicht mehr zu erkennen, denn die proximale Reihe verwächst mit den Schenkelknochen, die distale dagegen mit dem Metatarsus.

Die Metatarsalia (Tafel I Fig. 7) stellen im allgemeinen bei den Vögeln ein einheitliches, rundliches Knochenstück dar, das durch keine Suturen eine Trennung der einzelnen Metatarsalknochen erkennen lässt. Ganz anders verhält sich dies bei Eudyptes. Hier findet sich ein breites, zwar auch fest verwachsenes Knochenstück vor, welches deutlich seine Zusammensetzung aus drei Knochen erkennen lässt, indem auch noch beim ausgewachsenen Pinguin zwei tiefe Furchen erhalten bleiben. Zu diesen drei Knochenstücken gesellt sich noch ein vierter bedeutend kleinerer auf der Aussenseite hinzu; er gehört der rudimentär ausgebildeten ersten Zehe an.

Das Metatarsalstück der ersten Zehe ist mit dem der zweiten nicht verschmolzen, sondern durch ein flaches Gelenk auf der Unterseite abgesetzt. Die drei übrigen Metatarsalknochen sind in ihrem proximalen Teil ohne erkennbare Naht fest miteinander verwachsen, bilden daselbst seitlich zwei Gelenkpfannen und in der Mitte einen Kopf, der in die Pfanne zwischen den beiden Malleoli der Tibia eingreift.

Betrachtet man die Metatarsalia von der dorsalen Seite, so bemerkt man, dass die Furchen an ihren proximalen Enden tief einschneiden und zwei Löcher bilden, die auf der Plantarseite allein die Trennung der einzelnen Knochen anzeigen. Von den vier Metatarsalknochen ist der erste, wie erwähnt, nur sehr winzig, während der dritte am kräftigsten und längsten ist; der zweite ist dünner als der dritte und vierte, jedoch länger als der vierte.

Alle vier Metatarsalia laufen an ihren distalen Enden in selbständige rollenförmige Condylen aus.

Betreffs der Phalangen (Tafel I Fig. 4) herrscht bei Eudyptes ein ursprünglicheres Verhalten als bei den meisten anderen Vögeln. Es sind im ganzen vier Zehen vorhanden, von denen nur drei kräftig entwickelt und durch Schwimmhäute miteinander verbunden sind. Die sog. Afterzehe ist rudimentär und besteht aus zwei sehr kleinen Phalangengliedern. Von den folgenden drei ausgebildeten Zehen ist die mittelste bei weitem die längste; sie setzt sich aus vier Phalangengliedern zusammen. Die äussere Zehe besitzt drei Phalangenglieder, während die innere deren fünf aufweist. Obwohl die einzelnen Glieder der inneren Zehe beträchtlich kürzer sind, so ist dennoch die Gesamtlänge derselben infolge der grösseren Gliederzahl eine beträchtlichere als die der äusseren Zehe. Die ersten Phalangenglieder sämtlicher Zehen sind die längsten, die folgenden nehmen allmählich an Grösse ab. Die letzten Glieder einer jeden Zehe tragen je eine seitlich komprimierte Kralle, die sehr stark ist. Die einzelnen Glieder der Zehen haben eine im wesentlichen voneinander kaum abweichende Form, sie sind in ihrem Anfangsstücke (Basis) dicker als in ihrem Endstücke (Kopf) und verbinden sich gegenseitig durch Rollgelenke.

B. Das embryonale Skelett der hinteren Extremität.

An der embryonalen Hinterextremität des Eudyptes ist es hauptsächlich der Tarso-Metatarsus der ein phylogenetisches Interesse verdient. Ich habe deshalb vom jüngsten Stadium (3,5 cm) einige durch den Fuss

geführte Flächenschnitte zur Abbildung gebracht. Die Schnitte beginnen auf der Plantarseite. Die erste Abbildung zeigt die Anlage der ersten Zehe. Man sieht auf Tafel VI Fig. 16 bereits deutlich, dass das Metatarsalstück dieser Zehe allmählich unter den Metatarsus der zweiten Zehe zu liegen kommt, da das kurze Stück des zweiten Metatarsus sich auf etwas mehr dorsal geführten Schnitten proximalwärts verlängert, während der Metatarsus der ersten Zehe verschwindet. Auf Fig. 17 sieht man bereits den Metatarsus der dritten Zehe in seiner vollen Ausdehnung, auch den der zweiten gleichfalls fast vollständig getroffen. Über den Metatarsalien II und III erblickt man die Anlage eines einheitlichen Knorpels und in dem obersten Teile derselben Figur zwei rundliche Knorpelstücke, welche die Condylen des distalen Endstückes der Tibia darstellen. Von dem inneren Condylus ist bereits ein wesentlich grösseres Stück als von dem äusseren sichtbar.

Fig. 18 zeigt in seinem oberen Teile die beiden Knorpelstücke vollständig verwachsen, nur ist bereits eine deutlich beginnende Querteilung vorhanden. Welche Knochen jedoch die beiden nun mehr in Fig. 19 quergeteilten Stücke darstellen, ist auf diesen Schnitten noch nicht bestimmt zu erkennen. Die drei Metatarsalia sind auf diesem Schnitt deutlich voneinander getrennt, aber auch getrennt von einer über ihnen liegenden einheitlichen Knorpelmasse. Diese Trennungslinien waren gleichfalls schon auf den plantarwärts von diesen gelegenen Schnitten zu erkennen, ein Zeichen, dass sie also vollständig zwischen den einzelnen Knochen hindurchgehen und somit die Metatarsalia sich isoliert anlegen.

Auf dem nun folgenden Schnitt Fig. 20 liegt oben der schon vorher erwähnte quergeteilte Knorpel, der in seinem unteren Abschnitt ein neues rundliches Stück abgeteilt hat, während das scheinbar einheitliche Knorpelstück oberhalb der Metatarsalia ebenfalls Teilungen andeutet, welche auf der Vergrösserung Tafel VII Fig. 4 gut zu erkennen sind.. Man kann an diesem Schnitte am besten die einzelnen Knorpelabschnitte deuten. Unzweifelhaft ist das oberste breite Stück die getroffene Tibia, während unterhalb derselben das kleinere äussere das Fibulare, das grössere innere das Tibiale darstellt. Die drei in diesem Stadium getrennt angelegten Knochen verwachsen später miteinander, wie wir an älteren Embryonen wahrnehmen werden. Auf den Abbildungen ist unterhalb dieses Knorpelkomplexes ein breiter Raum zwischen der nun folgenden Knorpelmasse vorhanden; es ist dies die Stelle für das entstehende Gelenk. Distal vom Gelenk liegt jene breite Knorpelmasse mit seinen schwach hervortretenden Trennungslinien, deren drei vorhanden sind, ein Zeichen, dass der Knorpel in noch früheren Stadien aus vier isoliert angelegten Stücken sich zusammengesetzt haben muss. Dies sind sicherlich die vier Tarsalia der zweiten Reihe, die beim ausgewachsenen Eudyptes mit den Metatarsalknochen verwachsen sind.

Auf den nun folgenden Figuren 21 und 22 sieht man, wie die einzelnen Knorpel nach und nach verschwinden.

In Fig. 23 liegen unterhalb der Tibia drei isolierte Knochenstücke, von denen die beiden seitlichen allmählich verschwinden, während der mittlere bestehen bleibt, Fig. 24, und weit die Ansatzstelle der Fibula überragt. Dies ist als der bei Vögeln erwähnte aufsteigende Ast des Tibiale zu deuten.

Der letzte Schnitt in Fig. 25 und eine Vergrösserung desselben Tafel VII Fig. 5 ist nahe der Verwachsungsstelle der Fibula und Tibia geführt, doch sind hier beide noch getrennt, und da zwischen ihm und dem in Fig. 24 dargestellten nur wenige Schnitte ausgefallen sind, zeigt er, dass die Fibula sehr weit nach abwärts reicht. Eine Schilderung der übrigen Knorpel der embryonalen hinteren Extremität habe ich unterlassen, weil sie bereits in allen mir zu Gebote stehenden Stadien dem Skelett des erwachsenen Tieres glichen und auch die relativen Grössenverhältnisse der einzelnen Knochen mit denen der ausgewachsenen Exemplare übereinstimmten.

Es wäre also beim Embryo von 3,5 cm Länge folgender Befund festzustellen. Die Anlage der einzelnen Extremitätenknochen ist äusserlich schon vollkommen differenziert. Es ist deutlich eine Verschmelzung der Fibula mit der erheblich stärkeren Tibia zu erkennen. Auch habe ich die Trennungslinie zwischen Tibiale und Fibulare gut erkennen können und habe an dem Tibiale einen langen Fortsatz nach oben aufsteigen sehen. In der zweiten Tarsusreihe sind untereinander nur Spuren von Trennungslinien nachweisbar, während die Trennung der Tarsalia und Metatarsalia sehr scharf ausgeprägt ist. Unter dem Metatarsus II liegt der Metatarsus I, der alsdann seitlich nach aussen mit der ersten Phalange (Afterzehe) hervortritt. Die Metatarsalia sind noch isoliert. Die zu ihnen gehörenden Phalangen sind bereits als solche vollkommen ausgebildet.

Auf dieses mir zu Gebote stehende jüngste Stadium von 3,5 cm Länge würde alsdann ein Embryo von 4,7 cm Länge folgen. Ein wesentlicher Unterschied von dem soeben beschriebenen ist noch nicht wahrzunehmen. Man sieht bei diesem ebenfalls deutlich den Metatarsus der ersten Zehe unter dem der zweiten liegen. Auch die Metatarsalia der anderen Zehen sind noch gänzlich voneinander getrennt, und die über ihnen liegenden Tarsalia sind ebenfalls noch selbständig. Man unterscheidet eine deutliche Tibia und ein sich anlegendes Tibiale und Fibulare. Die Trennungslinien der Tarsalknochen der zweiten Reihe sind die

einzigen, welche in diesem Stadium bereits weniger hervortreten, während diejenigen zwischen ihnen und den Metatarsalien noch sehr stark ausgeprägt sind. Bei allen nun folgenden grösseren Stadien bis zu 7,5 cm Länge hat sich mir stets dasselbe oder ein ähnliches mikroskopisches Bild dargeboten. Die Trennungslinien der Tarsalia der zweiten Reihe verschwanden jedoch in den älteren Stadien, während noch hier die Trennung der ersten Tarsusreihe wesentlich schärfer nachweisbar blieb.

C. Besprechung der Literatur an der Hand der Ergebnisse.

Da bei den von mir untersuchten Embryonen, selbst im jüngsten Stadium die hintere Extremität bereits fast völlig ausgebildet war, so konnte ich auch keine Entwickelungsreihe von der ersten Anlage bis zur entwickelten Extremität aufstellen, wohl aber bin ich in der Lage, an der Hand meiner Befunde einiges zur Klärung strittiger Fragen beitragen zu können.

Jüngere Stadien als die meinigen hat bereits Studer untersucht. Seine Ergebnisse waren folgende: Er beobachtete die erste Anlage der Extremität an einem Embryo, dessen Ausbildung der eines Hühnchens vom dritten Tage entsprechen würde. Bei einem drei Tage älteren Embryo sah er bereits die Extremitäten deutlich hervortreten. Bei wiederum fünf und sieben Tage später gesammelten Embryonen war die Extremität schon als ein „stabförmiges" Gebilde entwickelt. Er konnte bereits bei ersterem nach der äusseren Gliederung einen Oberschenkel, Unterschenkel und einen platten Fuss unterscheiden und unter dem Mikroskop Tibia und Fibula in gleicher Stärke nachweisen, ausserdem noch vier deutliche Knorpelstrahlen, welche den Metatarsen und den Phalangen entsprechen, an die sich ein fünftes rudimentäres Gebilde anfügte. Bei dem anderen zwei Tage älteren Embryo waren deutlich alle Extremitätenknochen gesondert. Die Tibia ist bereits stärker als die Fibula, jedoch beide noch gleich lang. Im Metatarsalgelenk lassen sich deutlich zwei Knorpelreihen unterscheiden, zuerst ein breites Tibiale und ein kleines Fibulare. Die zweite Reihe enthält vier dicht aneinander gelagerte Knorpel. An das Tibiale grenzen drei dieser Knorpel.

Bei dem nun folgenden Embryo, der wiederum fünf Tage später gefunden wurde als der letzte, beginnt bereits die Verknöcherung. Die Fibula verschmilzt distalwärts mit dem unteren Ende der Tibia. Tibiale und Fibulare sind bereits ebenfalls mit der Tibia und Fibula verschmolzen und nur noch durch schmale Grenzlinien gekennzeichnet. In der zweiten Tarsusreihe sind die vier Knorpel in je zwei Stücke verschmolzen, welche Tarsus 1 und 2 einerseits und Tarsus 3 und 4 andererseits repräsentieren. Die Metatarsalia beginnen zu verknöchern, sind aber noch voneinander, wie von der zweiten Tarsalreihe, getrennt.

Diesem letzten Stadium würde der von mir untersuchte Embryo fast entsprechen.

Über die Tarsalknochen und somit auch über das Tarso-Metatarsalgelenk der Vögel herrscht Meinungsverschiedenheit; denn da die einzelnen Tarsalknochen bei ausgewachsenen Vögeln nicht mehr abgegrenzt sind, so entsteht die wichtige Frage, wie sie sich im embryonalen Zustande verhalten, und mit welchen Knochen sie später verwachsen. Eine Teilung der Tarsalia bei den Vögeln in zwei Reihen, von denen die erste mit den Schenkelknochen, die zweite mit den Laufknochen verwächst, hat zuerst Gegenbaur ([17 u. 18]) nachgewiesen. Durch meine Untersuchungen habe ich nun feststellen können, dass auch für Eudyptes das von Gegenbaur nachgewiesene Verhalten zutrifft. Allerdings tritt diese Verwachsung bei Eudyptes erst sehr spät ein; die Trennungslinien der ersten Tarsusreihe, d. h. die des Tibiale und des Fibulare mit der Tibia und Fibula, sind jedoch bei den grössten mir zu Gebote stehenden Embryonalstadien noch wesentlich schärfer ausgeprägt als die der zweiten Tarsusreihe mit denen der Metatarsalia, so dass für Eudyptes die Gegenbaursche Ansicht nicht zutrifft, dass das Tibiale und Fibulare früher mit der Tibia verwachsen solle, als die übrigen Tarsalia mit den Metatarsen. Alexander Rosenberg ([48]) gibt auch dem entgegen ein umgekehrtes Verhalten an.

Die Metatarsalia zwei bis vier sind gleichfalls auf allen Stadien voneinander getrennt, und diese sind es wohl, die am spätesten eine, wenn auch nur teilweise, Verschmelzung eingehen, denn man findet sogar beim ausgewachsenen Eudyptes noch eine sehr scharfe Abgrenzung unter ihnen vor.

Über den von mir erwähnten aufsteigenden Ast und dessen Bedeutung für den Vogelfuss herrscht ebenfalls noch Meinungsverschiedenheit.

Studer, welcher, wie erwähnt, Embryonen von Eudyptes mikroskopisch untersuchte, erwähnt den aufsteigenden Ast ebensowenig wie Menzbier ([42]), dass aber ein solcher bei Eudyptes in den jungen Stadien vorhanden ist, wird durch meine Untersuchungen erwiesen. Es handelt sich daher nur um die Frage, von welchem Knochen wird derselbe gebildet. Sicher ist jedenfalls, dass er zu der später entstehenden Knochenbrücke, welche sich beim ausgewachsenen Vogel über die Grube am distalen Ende der Tibia legt, wie auch Baur ([3]) (pag. 427) und Morse ([45]) (pag. 7) richtig angeben, in keiner Beziehung steht. Morse identifiziert diesen

mit dem Intermedium. Die Arbeit von Morse 1874 ist insofern sehr interessant, als er an einem dem Eudyptes nahe verwandten Pinguin, dem Aptenodytes pennatus, Untersuchungen angestellt hat, von dem er pag. 6 sagt: „The intermedium was very distinct."

Baur und nach ihm Johnson (31) halten den aufsteigenden Ast jedoch für kein Intermedium, sondern für einen Teil des Tibiale. Baur (3) weist sogar nach, dass man diese Bildung auch bei den ornithopoden Dinosaurieren vorfindet. Sicherlich stellt der auf meinen Serien vorhandene Knorpelquerschnitt keinen selbständigen Knochen dar, sondern einen Fortsatz des Tibiale, aus dessen Mitte er entspringt, was deutlich an meinen Präparaten nachweisbar ist. Auf distal geführten Schnitten rückt nämlich der anscheinend isolierte Knorpel allmählich seitwärts und verschmilzt mit Tibiale und Fibulare. Dieses verschmolzene Knorpelstück hat nach oben zwei tiefe Einsenkungen, so dass auf einigen Schnitten drei getrennte Stücke nebeneinander liegen. Auf noch tieferen Schnitten kann man sich jedoch überzeugen, dass diese bald wieder zu einem einheitlichen Stück verschmelzen, von denen der mittlere den erwähnten aufsteigenden Ast entsendet.

Gerade diese Einkerbungen würden hier leicht gestatten, auf drei zusammengesetzte selbständig angelegte Knochen zu schliessen, wie auch Morse (45) es annimmt, von denen dann die seitlichen dem Tibiale und dem Fibulare, das mittlere dem Intermedium entsprechen würden. Morse nimmt an, dass zuerst Tibiale und Fibulare miteinander verschmelzen, und dass erst später eine Vereinigung beider mit dem Intermedium erfolgt. Da nun bei meinen Stadien nur zwei Knochen zu erkennen sind, von denen der eine sicher das Fibulare ist, so geht daraus hervor, dass der andere Knochen als Tibiale + Intermedium anzusehen ist.

Bei Eudyptes müsste also sehr frühzeitig die Verschmelzung zwischen diesen beiden erfolgt sein, der erst später eine solche mit dem Fibulare nachfolgte. Mit dieser Ansicht würde auch die von Wiedersheim (54) in seinem Lehrbuch 1886 gemachte Bemerkung übereinstimmen, dass wir bei den Anuren im Astragalus, unserem Tibiale, ein vereinigtes Tibiale und Intermedium haben.

Auch Götte (24) steht auf einem ähnlichen Standpunkt, indem er sagt, dass die Verlängerung einiger Knochen im Fusse der Anura infolge des Verwachsens einiger ursprünglich gesonderter Elemente stattgefunden habe. Gegenbaur (18) und Born (6) haben nur ein Tibiale und Fibulare gefunden; ersterer behauptet sogar, dass schon bei den Vorfahren der ungeschwänzten Amphibien das Intermedium fehle. Howes und Ridewood (28) sind der gleichen Ansicht wie die beiden letzteren, weil sie auch während der embryonalen Entwicklung ein Intermedium nicht vorfinden konnten.

Chomiakoff (9) bestätigt diese Ansicht durch Untersuchungen am Pelobates fuscus.

Auf meinen Präparaten finde ich bei Eudyptes keine Spur eines gesonderten Intermediums, da sich der aufsteigende Ast als ein Ausläufer des Tibiale erweist. Ich kann mich daher nur der Ansicht von Baur (3) anschliessen, der auf pag. 45, als er vom aufsteigenden Ast spricht, sagt: „Ich kann ihn nach langem Erwägen und Überlegen für nichts anderes halten, als für einen sekundär gebildeten Fortsatz des Tibiale, der lediglich dazu dienen soll, die Befestigung zwischen Tibia und erster Tarsusreihe zu vermehren."

Es muss demnach die Ansicht von Morse auf einem Irrtum beruhen, da man nicht annehmen kann, dass der von ihm untersuchte Aptenodytes, als ein dem Eudyptes so nahe verwandter Pinguin, ontogenetisch sich so grundverschieden von diesem verhalten sollte.

Die Tarsalia der zweiten Reihe hat Studer (51) als vier deutlich getrennte Knorpel beschrieben. Mir standen leider nicht gleich junge Embryonen zur Verfügung, dennoch konnte ich auch bei meinen Stadien an den Trennungsfurchen feststellen, dass ich es mit einem Stück zu tun hatte, welches sich früher aus vier Teilen entwickelt haben muss. Diese Anlage, die nur kurze Zeit und in sehr jungen Stadien auftritt, ist Menzbier entgangen.

Von dem Metatarsus des Eudyptes ist bekannt, dass die drei Knochen desselben während des ganzen postembryonalen Lebens deutlich eine Trennung erkennen lassen. Es kann daher nicht überraschen, wenn wir bei den Embryonen diese Teile völlig getrennt vorfinden, zumal auch schon Gervais und Alix 1877 (23) von einer anderen Pinguinart auf pag. 432 berichten: „dass die drei Knochenstrahlen, welche den Metatarsus der Sphenisciden zusammensetzen, noch zu unterscheiden sind und vollständig getrennt sind bis zu dem Ende des Fötallebens".

Es nimmt also der Pinguin diese embryonale Eigentümlichkeit der Metatarsalknochen mit hinüber in das postembryonale Leben.

D. Resultate.

I. Die Grenzen der Tarsalia der zweiten Reihe verschwinden früher als die der ersten Reihe.
II. Eudyptes besitzt während der Entwicklung einen aufsteigenden Ast als Fortsatz des Tibiale.
III. Ein Intermedium lässt sich nicht nachweisen, der aufsteigende Ast gehört zum Tibiale.
IV. Die Trennung der Metatarsalelemente ist beim Eudyptes sehr deutlich.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Chun für die bereitwillige Überlassung des seltenen und kostbaren Materials, sowie für seine freundliche Unterstützung meinen ehrerbietigen Dank auszusprechen. Auch Herrn Professor Dr. zur Strassen gestatte ich mir, für liebenswürdige Hilfe und wichtige Ratschläge bei Anfertigung der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Baur Geo, Note of the pelvis in birds and Dinosaurs. Americ. Naturalist XVIII.
2. — Bemerkungen über das Becken der Vögel und Dinosaurier. Morph. Jahrb. 1885 Bd. X pag. 613.
3. — Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier. Morph. Jahrb. 1883 Bd. VIII pag. 417.
4. — Parkers Bemerkungen über Archaeopteryx und eine Zusammenstellung der Hauptliteratur über jenen Vogel. Zool. Anz. von Carus Nr. 216.
5. Bennet Geo, Beschreibung des patagonischen Pinguins. Aus den Philos. Transact. 1769 in: „Der Naturforscher". St. I 1774 pag. 258—261.
6. Born G., Die sechste Zehe der Anura. Morph. Jahrb. 1875.
7. Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. I. Anatomischer Teil, Vögel III von Gadow und Selenka.
8. Bunge, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Beckengürtels der Amphibien, Reptilien und Vögel. Dorpat 1880. Inaug. Diss.
9. Chomiakoff, Die Entwickelung des Tarsus bei Pelobates-fuscus. Bull. de la societé imp. des Naturalistes de Moscou 1894.
10. Cones-Elliott, Material for a Monograph of the Spheniscidae. Proc. Acad. of Nat. Sci. Philad. 1872.
11. Cuvier, Leçons d'Anatomie comparée publiées par G. Duméril. Paris 1835.
12. Dames, Entgegnungen an Herrn Dr. Baur. Morph. Jahrb. 1885 Bd. X pag. 608.
13. — Über Archaeopteryx, Palaeont. Abhandl. Bd. II, Heft IV 1884.
14. Forster, Joh. Reinh., Historia Aptenodytae, generis Avium orbi australi proprii Commentatt. Soc. Reg. Scient. Gooting Vol 3, 1781. Comm. phys. pag. 121—148.
15. Gadow, siehe Bronn.
16. Gegenbaur, C., Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Vögel. Jen. Zeitschr. Bd. VI. 1871.
17. — Vergleichende anatomische Bemerkungen über das Fußskelett der Vögel. Arch. für Anat. Phys. und wissenschaftl. Med. Jahrg. 1863.
18. — Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. I. Heft Carpus und Tarsus. Leipzig 1864.
19. — Zur Gliedmassenfrage. Morph. Jahrb. Bd. V.
20. — Grundzüge der vergleichenden Anatomie II. Aufl. 1870.
21. — Über den Ausschluss des Schambeins von der Pfanne des Hüftgelenkes. Morph. Jahrb. Bd. II 1876.
22. Geoffroy, El., Sur les Manchots (Aptenodytes) Millim Mugas. encycl. III, 6 1797 p. 11—12.
23. Gervais u. Alix, Ostéologie et myologie des Manchots ou Spheniscides. Journ. de Zool. VI 1877.
24. Götte, A., Zur Entwickelungsgeschichte des Gliedmassenskeletts der Wirbeltiere. Zool. Anz. 1878. Nr. 11.
25. Gorsky, Über das Becken der Saurier. Dorpat 1852.
26. — Einige Bemerkungen über die Beckenknochen der beschuppten Amphibien. Arch. für Anat. u. Phys. 1858.
27. Hoffmann, C. K., Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Amphibien und Reptilien. Nied. Arch. f. Zool. Bd. III 1876.
28. Howes und Ridewood, On the Carpus and Tarsus of the Anura. Proc. Zool. Society 1888.
29. Huxley, On the Characters of de Pelvis, Proceedings of the Royal Society. Vol XXVIII 1874.
30. — Anatomy of Vertebrated Animals 1871.
31. Johnson, A., On the development of the Pelvis Girdle and Skeleton of the Hind Limb in the Chick. Quart Journ. Micr. Sci XXIII. 1883.
32. Kehrer, G., Beiträge zur Kenntnis des Carpus und Tarsus. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg 1886.
33. — Phylogenie des Beckens. Heidelberg.
34. Kessler, Osteologie der Vogelfüsse. Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou 1841 III und IV.
35. Leidig, F., Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.
36. Männich, Beiträge zur Entwicklung der Wirbelsäule von Eudyptes chrysocome. Jenaische Zeitschrift 1902.
37. Marsh, O. C., Classification of Dinosaurs. Americ. Journ. of Sc. Vol. XXIII 1882.
38. — Principal Characters of American. Iurassic Dinosaurs. Part. II. Americ. Journ. of Sc. and Arts. Vol. XVI und XVII 1878 und 1879. Part. V. Vol. XXI 1881.
39. Meckel, System der vergleichenden Anatomie II. Teil, II. Abt. Halle 1825.
40. Mehnert. E., Untersuchungen über die Entwickelung des Os pelvis der Vögel. Morph. Jahrbuch. 1888 Bd XIII.
41. — Gastrulation und Keimblätterbildung der Emys lutaria taurica. Morph. Arb. I. 1892.

42. Menzbier, Vergleichende Osteologie der Pinguine in Anwendung zur Haupteinteilung der Vögel. Bull. hox. Imp. de Naturaliste de Moscou. 1887.
43. Misvart, On the axial skeleton of the ostrich (Struthiv camelus), Transact. of de Zoologic. society of London. Vol. VIII. 1874.
44. Morse, E. S., On the Tarsus and Carpus of Birds. Annals. Lyc. Nat. Hist. New York Vol. X 1874.
45. — On the Identity of the Ascending Prozess of the Astragalus in Birds with the Intermedium. Annivers. Mem. of Boston Sc. of Nat. History 1880.
46. Parker (W. Kitschen), On the Osteology of Balaeniceps rex. Transact. Zool. Soc. Lond. Vol. I V 1862.
47. Reid, Anatomical description of the Patagonian Pinguin. Proceed. Zool. Soc. Lond. III 1835 p. 132—148.
48. Rosenberg, Über die Entwicklung des Extremitätenskeletts bei einigen durch die Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltiere. Zeitschr. f. wissen. Zoologie Bd. 23. 1873.
49. Sabatier, Comparaison des ceintures et des membres, antérieurs et postérieurs dans la série des Vertébrés. Montpellier 1880.
50. Selenka, siehe Bronn.
51. Studer, Bericht über die Forschungsreise S. M. S. Gazelle. Zoologie III 1889.
52. Wagner, Rud., Beiträge zur Anatomie der Vögel. Abhandl. d. K. Bayr. Akad. d. math. phys. Bl. d. Wiss. Bd. II 1837 p. 271 bis 308.
53. Watson, Morr., Report on the Anatomy of the Spheniscidae collected during the voyage of H. M. S. Challenger 1883.
54. Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 2. Aufl. Jena 1886.
55. — Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1898.
56. — Das Gliedmassenskelett der Wirbeltiere. Jena 1892.
57. Zehntner, Leo, Beiträge zur Entwickelung von Cypcelus melba. Inaug. Diss. Bern 1890.

Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Arbeit, Karl, Otto, Paul Grunert, Sohn des verstorbenen Hofzahnarztes Dr. phil. Otto Grunert, wurde geboren am 25. Dezember 1876 zu Berlin, evang. Konfession. Er besuchte von Michaelis 1883 bis Ostern 1895 das Köllnische Gymnasium zu Berlin, welches er mit dem Zeugnis der Reife für Prima verliess. Er studierte darauf Zahnheilkunde bis Ostern 1898 an der Universität Berlin. Ebendaselbst bestand er am 9. Mai 1898 das Staatsexamen. Im Sommerhalbjahr verblieb er als Volontärassistent an dem zahnärztlichen Institut der kgl. Universität Berlin. Um sich naturwissenschaftlichen Studien zu widmen, bezog er von Michaelis 1898 bis Michaelis 1900 die Universität Leipzig. Seit Michaelis 1900 praktiziert er in Berlin als praktischer Zahnarzt. Am 20. Juni 1905 bestand er das mündliche Examen und wurde von der philosophischen Fakultät zu Leipzig zum Doktor promoviert.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen folgender Herren:

In Berlin: du Bois Reymond (†), Busch, Fritsch, Hertwig, Liebreich, Miller, H. Virchow, Waldeyer, Warnekros.

In Leipzig: Chun, Credner, Marshall, Pfeffer, zur Strassen.

Allen seinen verehrten Lehrern spricht Verfasser seinen aufrichtigen Dank aus.

Erklärungen der Tafeln.

Tafel I. Fig. 1—3. Das Becken eines ausgewachsenen Eudyptes chrysocome.
- 1. Hinterseite, natürliche Grösse.
- 2. Vorderseite.
- 3. seitliche Ansicht.

Fig. 4—8. Die hintere Extremität eines ausgewachsenen Eudyptes chrysocome.
- 4. Lage der Extremitätenknochen.
- 5. Femur.
- 6. Tibia und Fibula.
- 7. Metatarsus.
- 8. Patella.

Fig. 9. Reconstruiertes Becken aus der Schnittserie eines Embryo von Eudyptes chrysocome 3,5 cm (siehe Tafel V).

Tafel II. Lage der Muskulatur beim ausgewachsenen Eudyptes chrysocome nach Abzug der Haut und der Fettschicht. Seitenansicht.

Tafel III. Muskulatur der hinteren Extremität bei Eudyptes chrysocome.

Fig. 1—4. Plantarseite.

Fig. 5—6. Dorsalseite.

Tafel IV. Muskulatur des Oberschenkels bei Eudyptes chrysocome.

Fig. 7—8. Aussenseite.

Fig. 9. Innenseite.

Tafel V. Fig. 1. Hinterer Extremitätengürtel eines Embryo von Eudyptes chrysocome, $8\frac{1}{2}$ cm Länge, in Glycerin aufgehellt bei beginnender Verknöcherung.

Fig. 2—21. Längsschnitte durch das Becken eines Embryo von Eudyptes chrysocome, 3,5 cm Länge.
Vergröss.: Zeiss Oc. II. Obj. A.

Tafel VI. Fig. 1—15. Querschnitte durch das Becken eines Embryo von Eudyptes chrysocome, 5,6 cm Länge.
Vergröss.: Zeiss Oc. II. Obj. A.

Fig. 16—25. Sagittale Längsschnitte durch den Fuss eines Embryo von Eudyptes chrysocome, 3,5 cm Länge.
Vergröss.: Zeiss Oc. II. Obj. A.

Tafel VII. Stark vergrösserte Präparate der Beckenregion und der hinteren Extremität eines Embryo von Eudyptes chrysocome.

Fig. 1—3. Das Acetabulum mit den Verwachsungsstellen der drei Beckenknochen.
Vergrösserung des Schnittes Tafel V. Fig. 17.

Fig. 4. Schnitt durch die Tarsalia und Metatarsalia.
Vergrösserung des Schnittes Tafel VI. Fig. 20.

Fig. 5. Querschnitt durch die Tibia mit getroffener Fibula und dem aufsteigenden Ast.
Vergrösserung des Schnittes Tafel VI. Fig. 25.

Abkürzungen.

Für Tafel I, V, VI, VII.

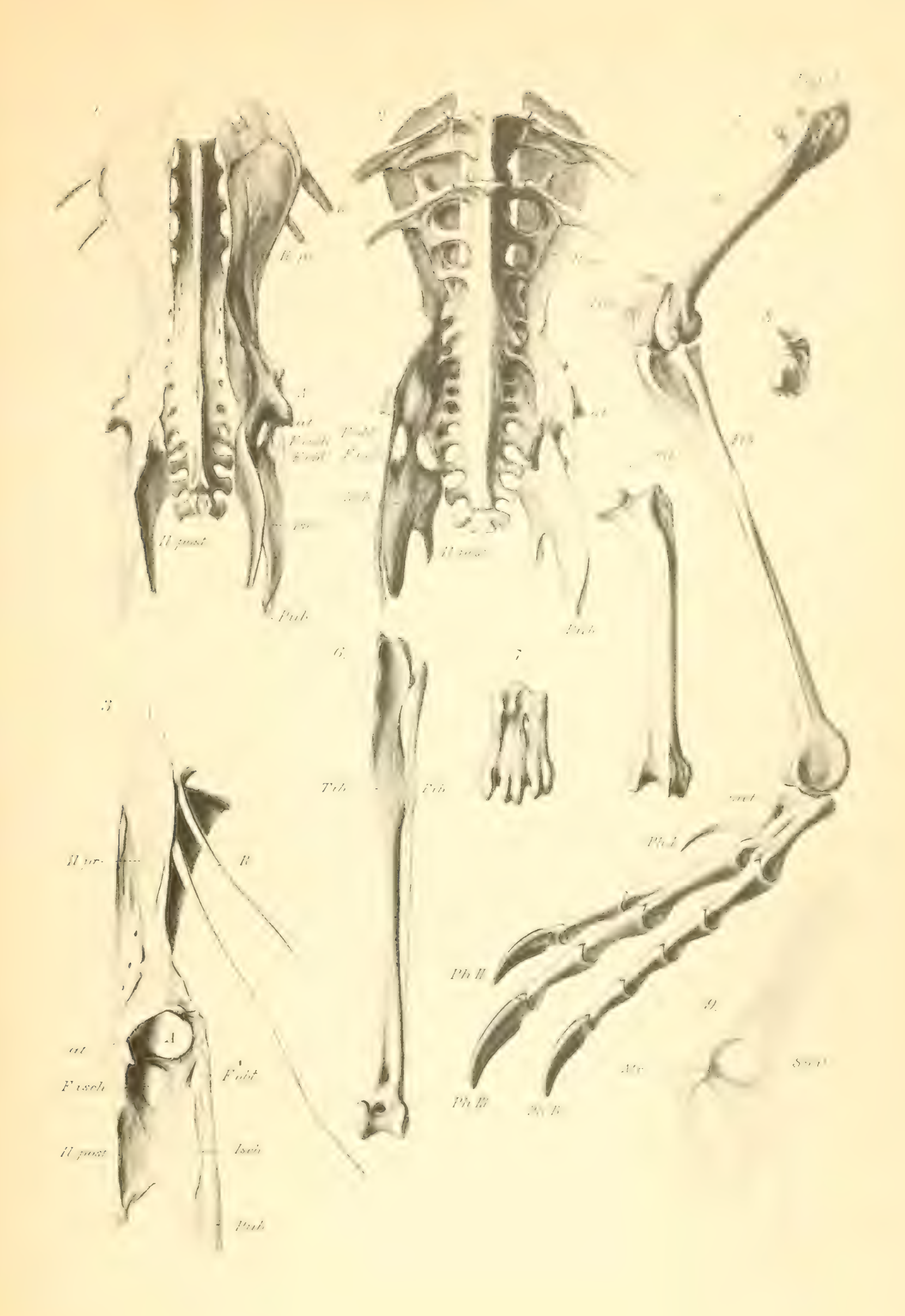
A. = Acetabulum.
at. = Antitrochanter.
Fe. = Femur.
Fib. = Fibula.
fib. = Fibulare.
F. isch. = Foramen ischiadicum.
F. obt. = Foramen obturatorium.
Il. pr. = praeacetabulares Ilium.
Il. post = postacetabulares Ilium.
Isch. = Ischium.
Met. = Metatarsalia.
Pat. = Patella.
Ph. = Phalangen.
Pub. = Pubis.
R. = Rippen.
Sp. il. = Spina iliaca.
ta = Aufsteigender Ast des Tibiale.
Tars. = Tarsalia.
Tib. = Tibia.
tib. = Tibiale.
W. = Wirbel.

Abkürzungen.

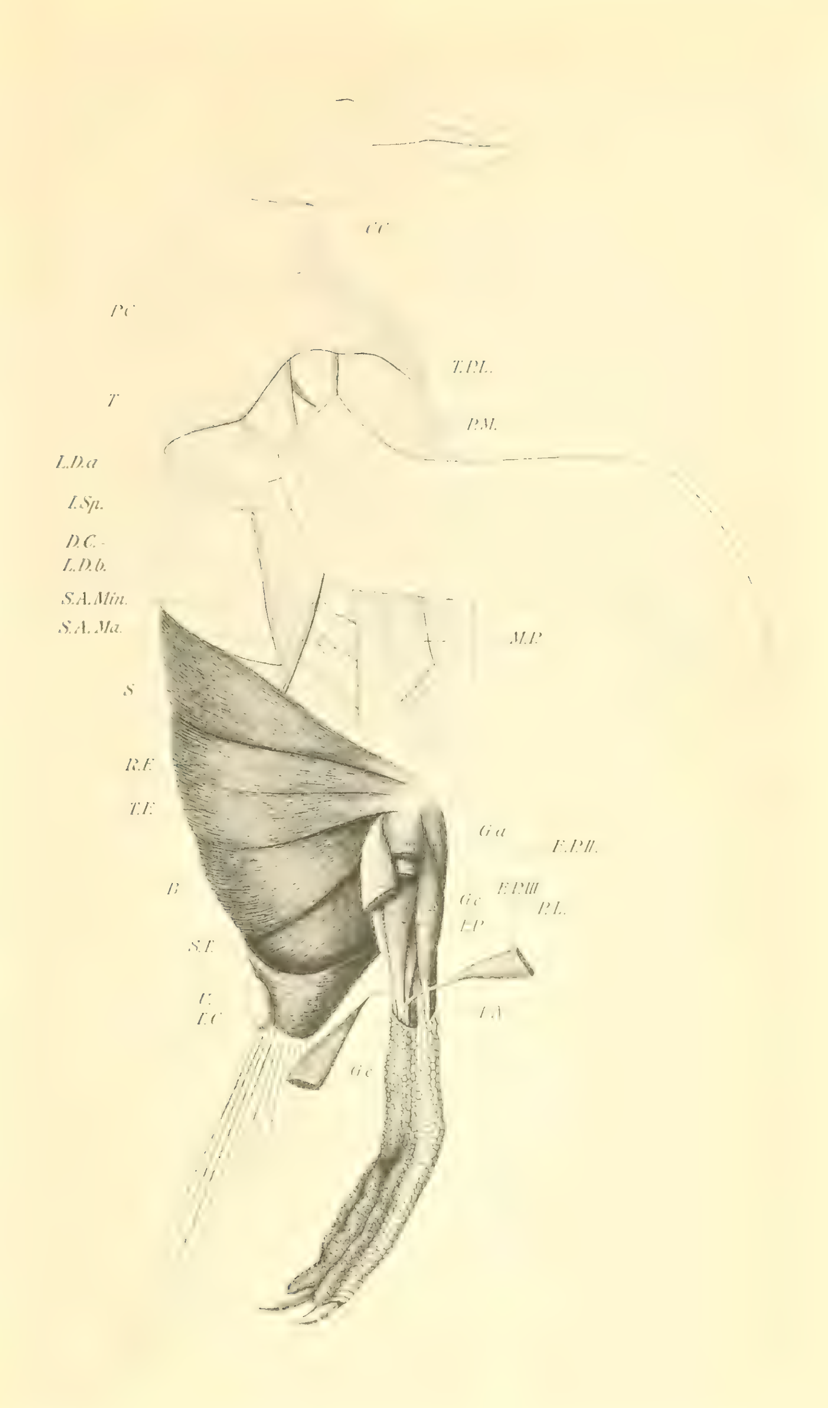
Für Tafel II, III, IV.

A. = musc. (ambiens) gracilis.
Ad. mag. = musc. adductor magnus.
Ad. long. = musc. adductor longus.
B. = musc. biceps femoris.
C. C. = musc. constrictor colli.
Cr. C. = musc. cruro coccygeus.
D. C. = musc. cutaneus dors.
E. C. = musc. extensor cruris.
E. C. D. = musc. extensor digitorum communis.
E. P. = musc. flexor perforatus et perforans digitorum.
F. P. = musc. flexor perforatus digitorum.
F. P. D. = musc. flexor perforans digitorum.
a. profundus.
b. hallucis longus.
Ga. = musc. gastrocnemius ant.
Ge. = musc. gastrocnemius ext.
Gi. = musc. gastrocnemius int.
Ge. med. = musc. glutaeus medius.
Ge. min. = musc. glutaeus minimus.
I. Sp. = musc. infraspinatus.
L. D. a. u. b. = musc. latissimus dorsi.
M. P. = musc. dermo humeralis.
Ob. ex. = musc. obturator externus.
P. B. = musc. peroneus brevis.
P. L. = musc. peroneus longus.
P. T. = musc. plantaris.
R. F. = musc. rectus fermoris.
S. = musc. sartorius.
S. M. = musc. semi membranosus.
S. T. = musc. semi tendinosus.
T. A. = musc. tibialis anticus.
T. F. = musc. tensor fasciae femoris.

Buchdruckerei Roitzsch, G. m. b. H., Roitzsch.

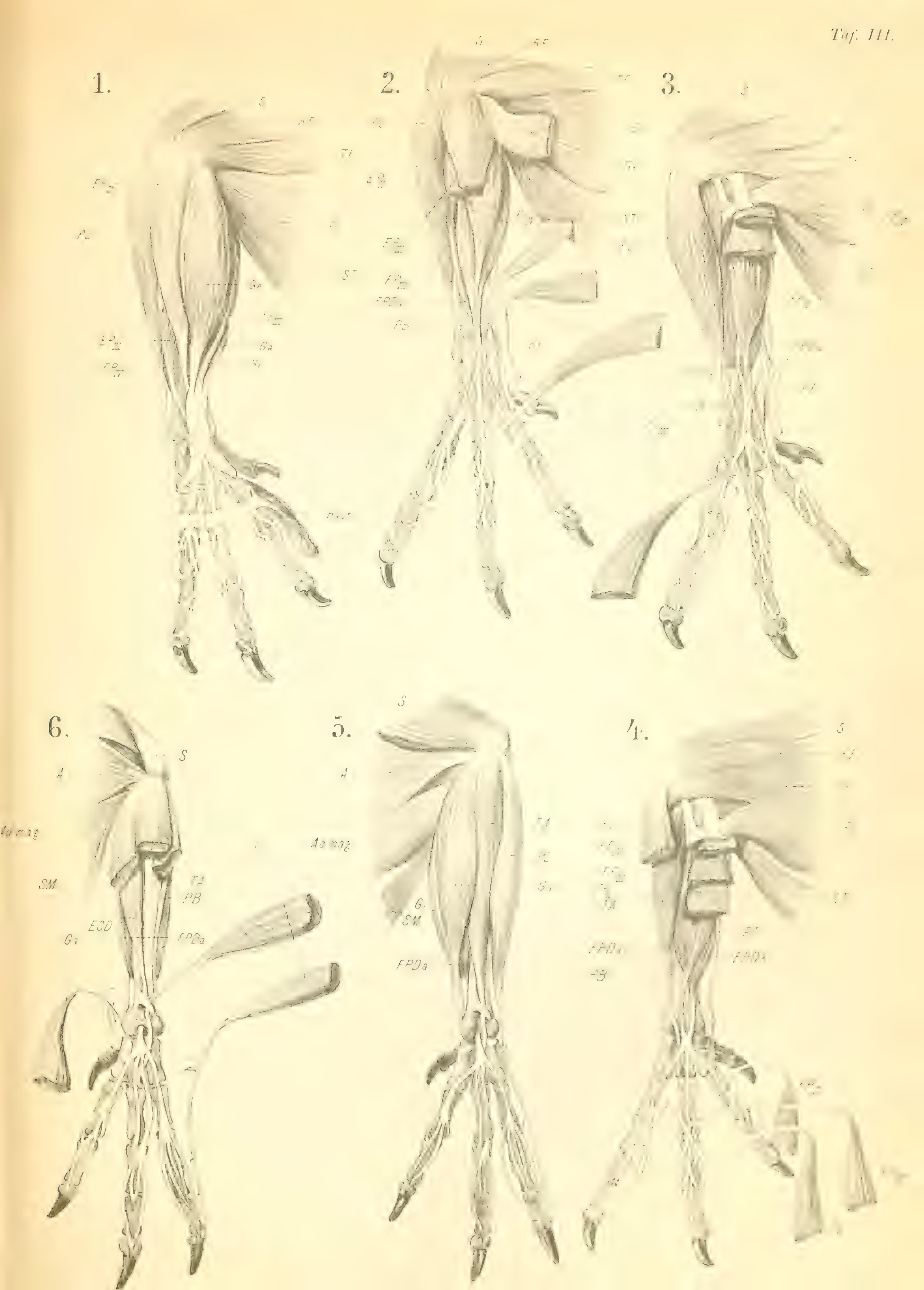




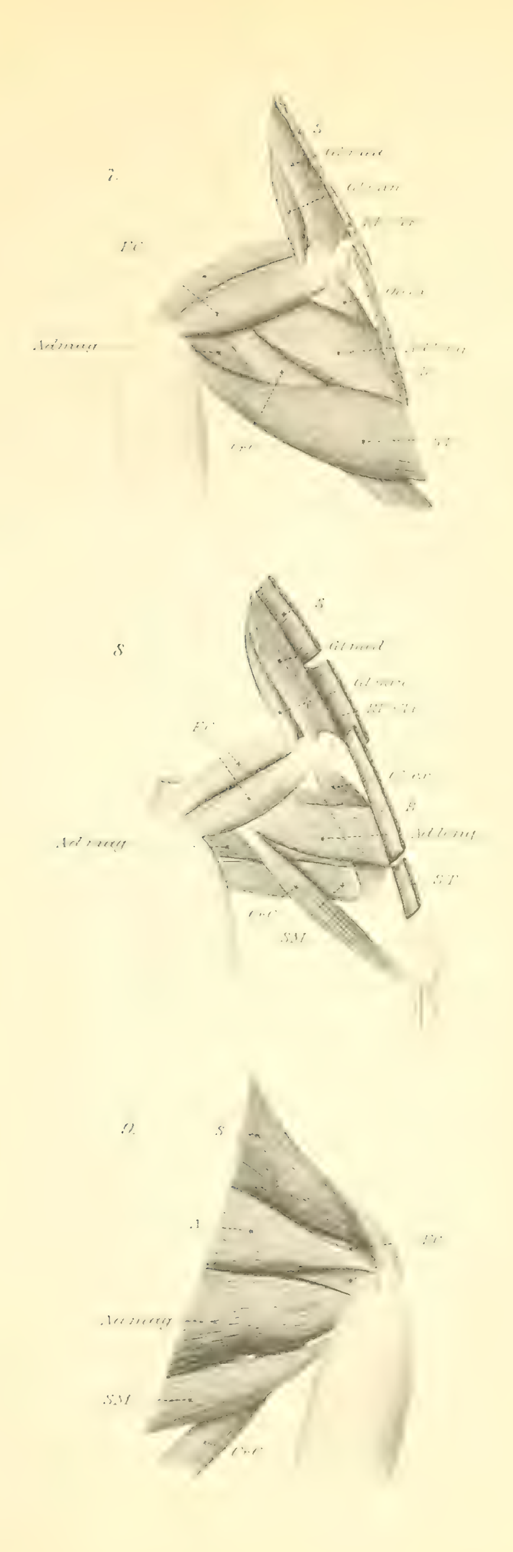


P.C
T
L.D.a
I.Sp.
D.C.
L.D.b.
S.A.Min.
S.A.Ma.
S
R.F.
T.F.
B
S.T.
T.P.L.
P.M.
M.P.
G.a
F.P.II.
F.P.III
P.L.

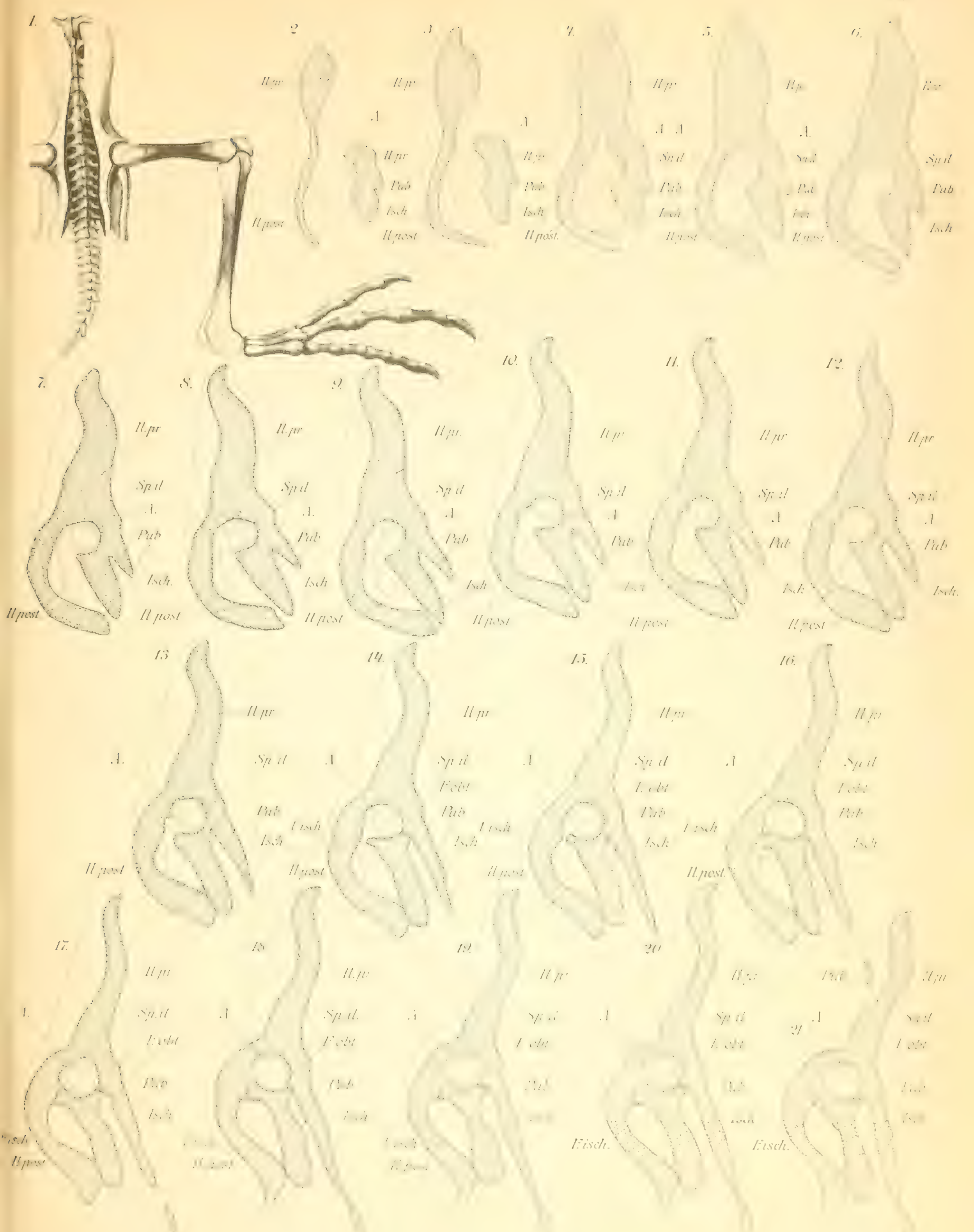



1.
2.
3.
6.
5.
4.
S
A
Ad mag
SM
ECD
PB
FPDa
S
A
Ad mag
SM
FPDa
S
FPDa
PB

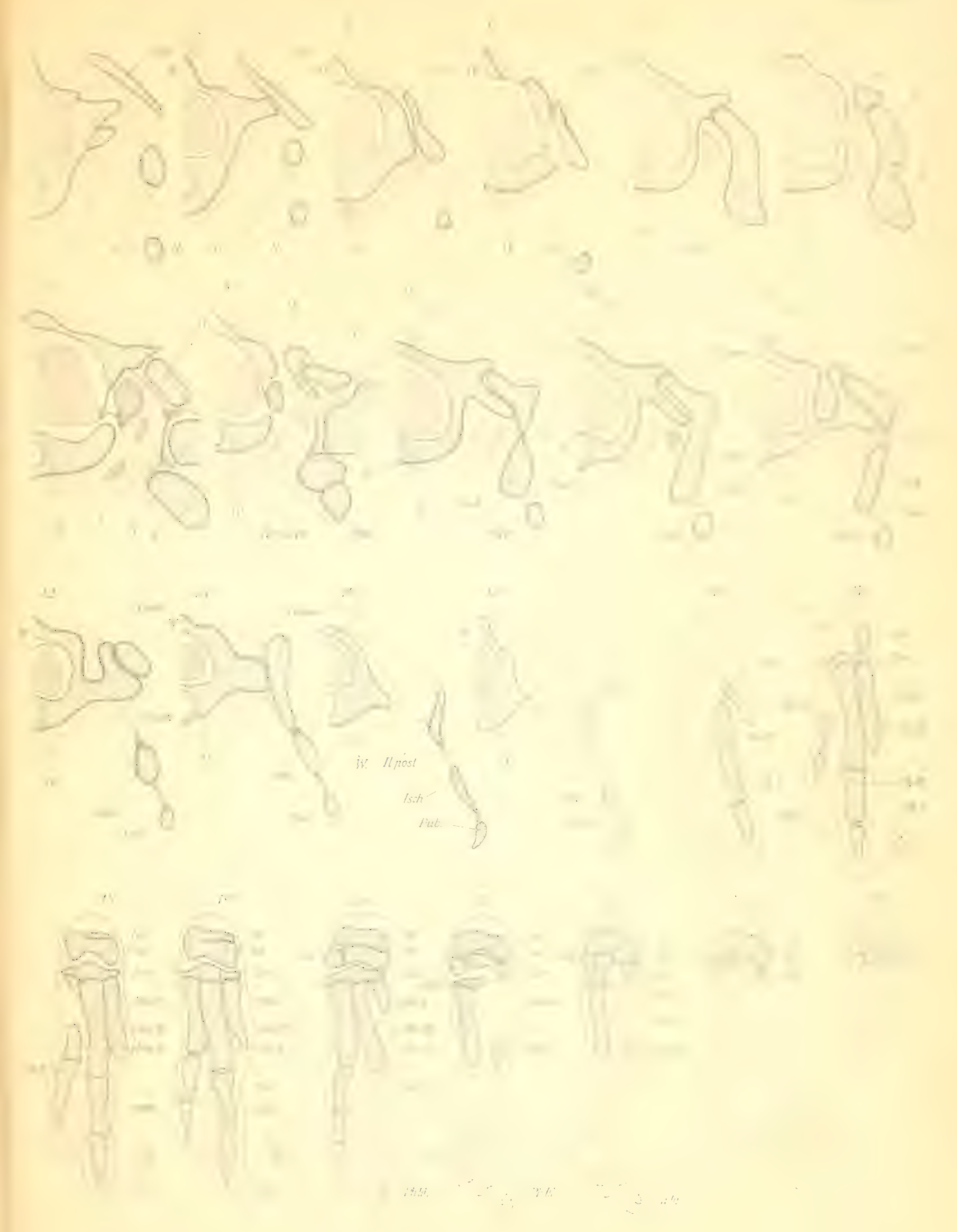




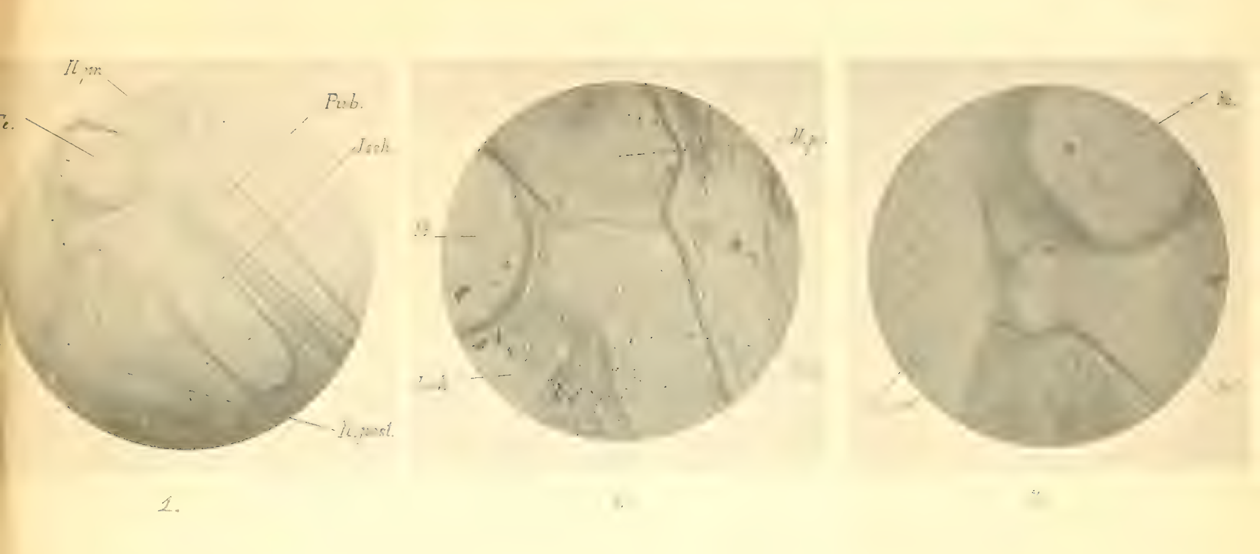


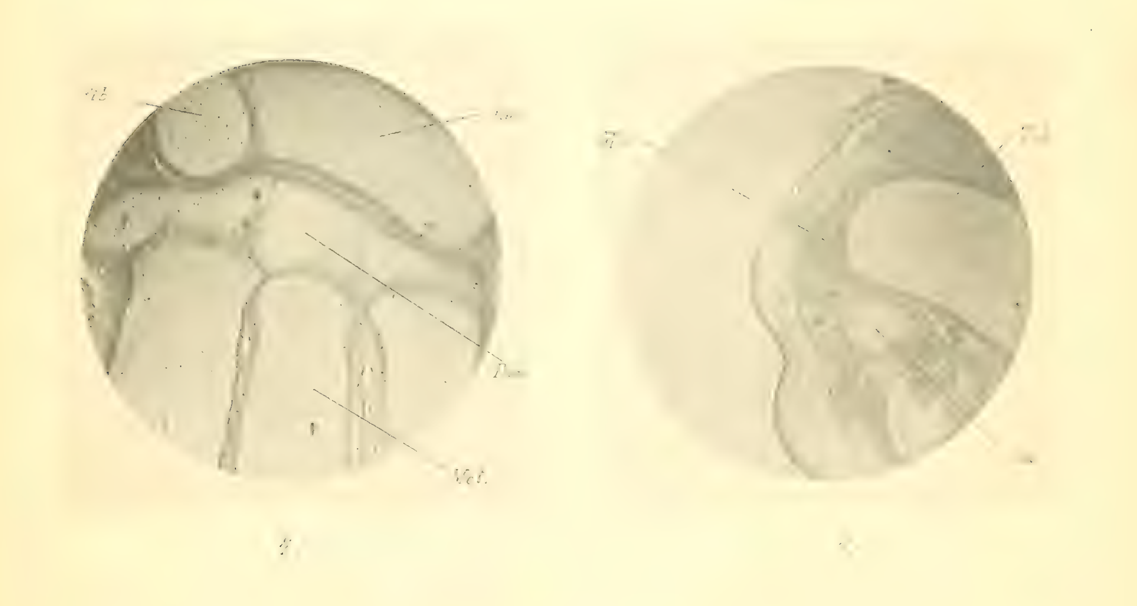





W.
Il post
Isch
Pub.

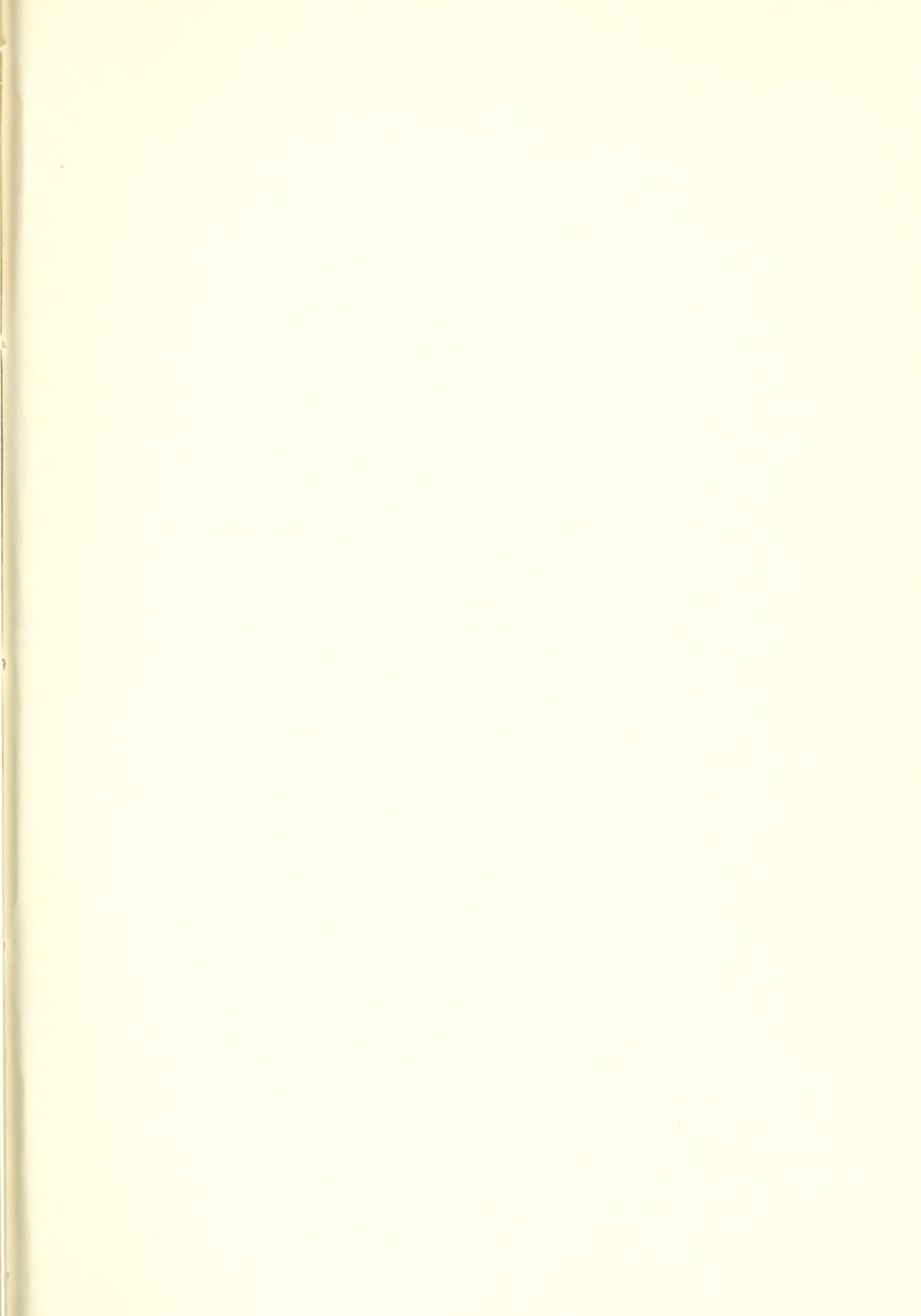


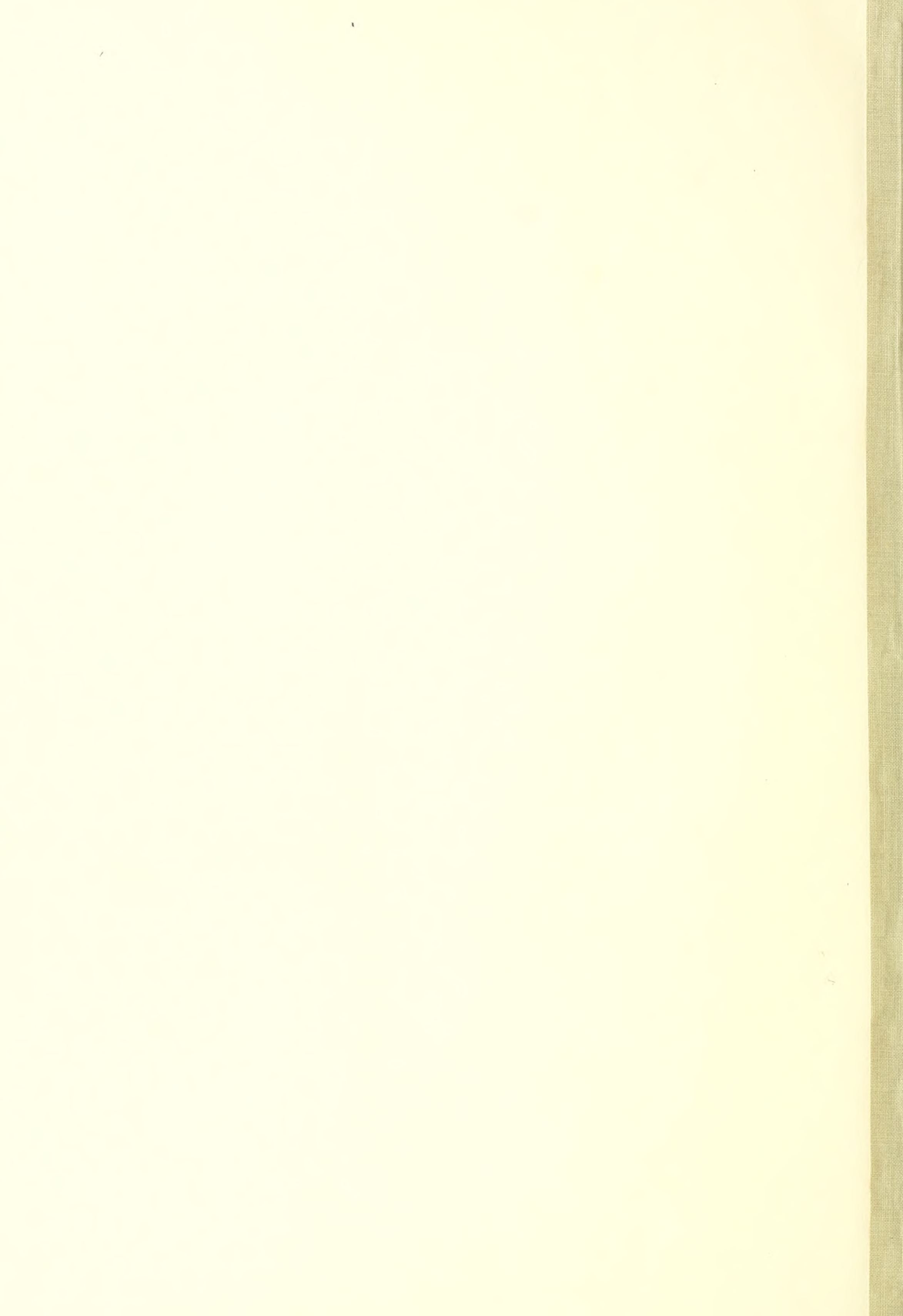

Pub.
Isch.
1.

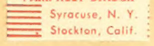

Vet.










Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00083 5108